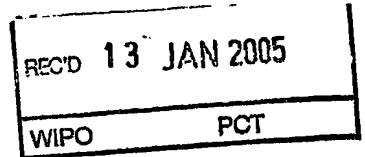


17.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 3 8 9 8 5 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 3 8 9 8 5 7 ]

出   願   人            ダイキン工業株式会社  
Applicant(s):

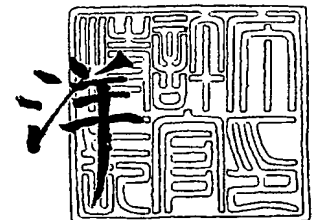
**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 JP-14286  
【提出日】 平成15年11月19日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 C08F 20/22  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社淀川製作所内  
    【氏名】 荒木 孝之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社淀川製作所内  
    【氏名】 高 明天  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社淀川製作所内  
    【氏名】 佐藤 数行  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社淀川製作所内  
    【氏名】 大橋 美保子  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社淀川製作所内  
    【氏名】 岸川 洋介  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002853  
    【氏名又は名称】 ダイキン工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100065226  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 朝日奈 宗太  
    【電話番号】 06-6943-8922  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100098257  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 佐木 啓二  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100117112  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 秋山 文男  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 001627  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0315433

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項1】

(I) 基板上にフォトレジスト層(L1)を形成する工程、および  
 (II) フォトレジスト層(L1)上に、親水性基Yを有する含フッ素重合体(A)を含むコーティング組成物を塗布することにより反射防止層(L2)を形成する工程を含むフォトレジスト積層体の形成方法であって、  
 含フッ素重合体(A)が親水性基Yを含有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位を有し、さらに該含フッ素重合体(A)が、  
 (i) 親水性基YがpKaで1.1以下の酸性OH基を含むこと  
 (ii) フッ素含有率が50質量%以上であること、および  
 (iii) 含フッ素重合体(A) 100g中の親水性基Yのモル数が0.14以上であることを特徴とするフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項2】

含フッ素重合体(A)において、酸性OH基を含む親水性基YがpKaで1.1以下の-OHおよび/またはpKaで1.1以下の-COOHである請求項1記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項3】

含フッ素重合体(A) 100g中の親水性基Yのモル数が0.21以上である請求項1または2記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

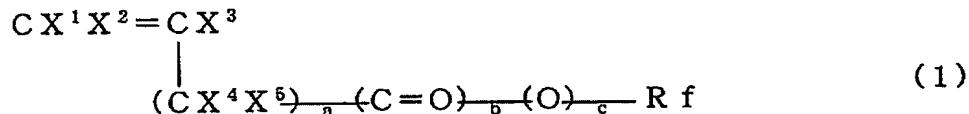
## 【請求項4】

含フッ素重合体(A)が、式(M-1)：



〔式中、構造単位M1は式(1)：

## 【化1】

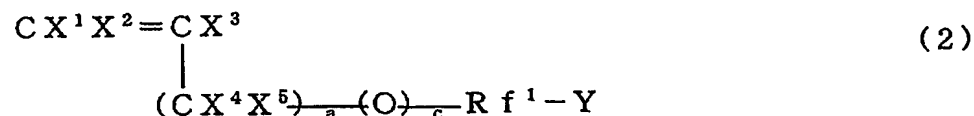


(式中、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>は同じかまたは異なりHまたはF；X<sup>3</sup>はH、F、Cl、CH<sub>3</sub>またはCF<sub>3</sub>；X<sup>4</sup>、X<sup>5</sup>は同じかまたは異なりHまたはF；Rfは炭素数1～40の含フッ素アルキル基に親水性基Yが1～4個結合した1価の有機基または炭素数2～100のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基に親水性基Yが1～4個結合した1価の有機基；a、bおよびcは同じかまたは異なり0または1)で表される含フッ素単量体由来の構造単位；構造単位N1は前記式(1)の含フッ素単量体と共重合可能な単量体由来の構造単位であり、構造単位M1が30～100モル%、構造単位N1が0～70モル%の含フッ素重合体である請求項1～3のいずれかに記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項5】

構造単位M1が、式(2)：

## 【化2】

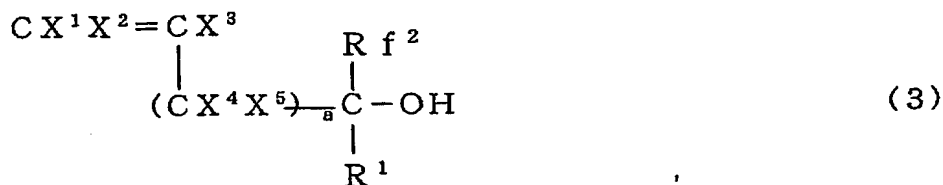


(式中、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、X<sup>3</sup>、X<sup>4</sup>、X<sup>5</sup>、a、cおよびYは前記式(1)と同じ；Rf<sup>1</sup>は炭素数1～40の二価の含フッ素アルキレン基または炭素数2～100のエーテル結合を有する二価の含フッ素アルキレン基)で表される含フッ素単量体由来の構造単位である請求項4記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項6】

構造単位M1が、式(3)：

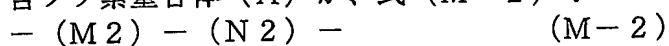
## 【化3】



(式中、 $\text{X}^1$ 、 $\text{X}^2$ 、 $\text{X}^3$ 、 $\text{X}^4$ 、 $\text{X}^5$ および $a$ は前記式(1)と同じ； $\text{Rf}^2$ は炭素数1～10のエーテル結合を有しても良い含フッ素アルキル基； $\text{R}^1$ はH、炭素数1～10の炭化水素基および炭素数1～10のエーテル結合を有しても良い含フッ素アルキル基よりなる群から選ばれる少なくとも1種)で表される含フッ素単量体由来の構造単位である請求項4記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項7】

含フッ素重合体(A)が、式(M-2)：



〔式中、構造単位M2は親水性基Yとして $-\text{COOH}$ を含む式(4)：

## 【化4】



(式中、 $\text{X}^6$ 、 $\text{X}^7$ は同じかまたは異なりHまたはF； $\text{X}^8$ はH、F、 $\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3$ または $\text{CF}_3$ であり、ただし、 $\text{X}^6$ 、 $\text{X}^7$ 、 $\text{X}^8$ の少なくとも1つはフッ素原子を含む)で表される構造単位；構造単位N2は前記式(4)の含フッ素単量体と共重合可能な単量体由来の構造単位]で表され、構造単位M2が10～100モル%、構造単位N2が0～90モル%の含フッ素重合体である請求項1～3のいずれかに記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項8】

コーティング組成物が、さらに(B)水およびアルコール類よりなる群から選ばれる少なくとも1種の溶剤を含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

## 【請求項9】

コーティング組成物が、さらに(C)アンモニアおよび有機アミン類よりなる群から選ばれる少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項8記載のフォトレジスト積層体の形成方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】レジスト積層体の形成方法

【技術分野】

【0001】

本発明はフォトレジスト層上に、反射防止層を設けてなるレジスト積層体の形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、LSIの高集積化と高速度化に伴い、リソグラフィーにおけるデザインルールの微細化が求められており、そのため、レジストパターンの形成の際に使用する露光光源の短波長化が進んでいる。64MビットDRAM（ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリー）の量産プロセスにはKrFエキシマレーザー（248nm）が使用されたが、256Mや1Gビット以上のDRAMの製造には、より短波長なArF（193nm）エキシマレーザーが露光源として使用される。また、近年、更なる微細化を目指して、より短波長なF<sub>2</sub>（157nm）レーザーも新たな露光光として検討されている。

【0003】

これらリソグラフィーの露光系としては単色光と屈折光学系レンズの組み合わせが主流であるが、露光時において入射する光と基盤からの反射光とが干渉し定在波が発生するため、パターン線幅などの寸法変動や形状の崩れなどが起っている。特に、段差を有する半導体基盤上に微細なレジストパターンを形成する場合には、この定在波による寸法変動や形状の崩れが著しい（定在波効果）。

【0004】

従来、この定在波効果を抑える方法として、レジスト材料に吸光剤を入れる方法、レジスト層上面に反射防止層を設ける方法（ARCOR法。特許文献1、特許文献2、特許文献3）や、レジスト下面に反射防止層を設ける方法（BARC法。特許文献4）が提案された。この中でARCOR法は、レジスト上面に透明な上層反射防止膜を形成し、露光後剥離する工程を含む方法であり、その簡便な手法で繊細かつ寸法精度、特に合わせ精度の高いパターンを形成する方法である。

【0005】

BARC法でも高い反射防止効果を得ることができ、下地に段差がある場合は、段差上で反射防止膜の膜厚が大きく変動し大きく反射率変動する点、膜厚の変動を抑えるため反射防止膜の膜厚を厚くすると反射率が上昇する点などの欠点を持つため、フォトレジスト層の上面に設けられる上層反射防止膜との併用が望まれている。また、上層反射防止膜は本来の反射防止機能だけでなく、露光後の現像液との親和性を上げることにより現像欠陥を防止するといった機能、あるいは環境遮断膜としての機能も有しており、今後ますます重要な材料になる。

【0006】

当初、ARCOR法に用いる反射防止膜材料として屈折率が低いパーフルオロポリエーテルが検討されたが、希釈剤や剥離剤として含フッ素炭化水素系溶剤を用いねばならず、コストがかさみ、また成膜性にも問題があり、実用面でデメリットがあった。

【0007】

この難点を克服するため、現像液として用いられるアルカリ水溶液やリンス液として用いられる純水で容易に剥離できるフッ素系の反射防止膜材料が開発されてきた（特許文献5、特許文献6、特許文献7、特許文献8、特許文献9、特許文献10、特許文献11、特許文献12）。

【0008】

これらは主に、非フッ素系のバインダーポリマーであるポリビニルピロリドンやポリビニルアルコールなどの水溶性高分子と、低分子量の含フッ素アルキルスルホン酸、含フッ素アルキルカルボン酸とそのアミン塩、またさらに主鎖末端がスルホン酸、カルボン酸またはそれらのアミン塩である高分子量の含フッ素ポリエーテルとからなる組成物である。

## 【0009】

しかし、低分子量の含フッ素アルキルスルホン酸、含フッ素アルキルカルボン酸やそれらのアミン塩を用いた場合、分子量が小さいためレジスト層中に拡散してしまい、レジストのパターンプロファイルが劣化するという欠点がある。

## 【0010】

また、主鎖末端がスルホン酸、カルボン酸またはそれらのアミン塩である高分子量の含フッ素ポリエーテルを用いた場合、拡散を防ぐために十分な高分子量では水溶性が低下するかまたは不溶になるという欠点があり、また、製膜性も悪化する。

## 【0011】

さらにKrF用に開発されたポリビニルピロリドンを用いたバインダーポリマーとして用いる反射防止膜では、ポリビニルピロリドンがArFエキシマレーザーの露光波長における屈折率が高く、また露光光の透過率が低いため、ArFレジスト用の反射防止膜材料としては不適である。

## 【0012】

一方、これらの欠点を補うために、フッ素系高分子の側鎖にスルホン酸またはそのアミン塩を有する含フッ素重合体（特許文献13、特許文献14）やカルボン酸のフッ素化アルキルアミン塩またはアルカノールアミン塩をカウンターイオンとして有するパーフルオロ化合物を用いた反射防止膜用組成物が開発されてきた（特許文献15）。

## 【0013】

これらのうち側鎖にスルホン酸やそのアミン塩を用いたフッ素系の反射防止膜材料では（特許文献13、14）、スルホン酸およびそのアミン塩の酸性度が強すぎて、現像後のレジストパターン表層部が丸くなりエッチング工程で問題になる点、未露光部の表層も化学増幅反応を起こして膜減りする点、また酸成分の影響で素子製造装置類が腐食され錆びなどが発生し製品不良を引き起こす点などの問題がある。

## 【0014】

一方、カルボン酸のフッ素化アルキルアミン塩またはアルカノールアミン塩をカウンターイオンとして有するパーフルオロ化合物を用いたフッ素系の反射防止膜材料（特許文献15）では、フッ素含有率が低く、実用上十分な低屈折率が得られない。また、単量体中に含有される親水性基量が少ないために、レジスト現像液や水系溶媒に対する溶解性（＝溶解速度）が非常に低い点、さらには製膜性が悪い点といった欠点がある。

## 【0015】

したがって、これらの問題点を改善し、実用的な水溶性を有する上層反射防止膜材料、特にArF用、F<sub>2</sub>用フォトリソの上層反射防止膜材料が渴望されているのが現状である。

## 【0016】

- 【特許文献1】特開昭60-38821号公報
- 【特許文献2】特開昭62-62520号公報
- 【特許文献3】特開昭62-62521号公報
- 【特許文献4】特開昭62-159143号公報
- 【特許文献5】特開平5-188598号公報
- 【特許文献6】特開平6-41768号公報
- 【特許文献7】特開平6-51523号公報
- 【特許文献8】特開平7-234514号公報
- 【特許文献9】特開平8-305032号公報
- 【特許文献10】特開平8-292562号公報
- 【特許文献11】特開平11-349857号公報
- 【特許文献12】特開平11-352697号公報
- 【特許文献13】特開2001-194798号公報
- 【特許文献14】特開2001-200019号公報
- 【特許文献15】特開2001-133984号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0017】

このように従来の反射防止膜材料に使用される重合体は屈折率が高く、パターン形成における効果が充分得られなかった。

## 【0018】

一方、従来の材料は屈折率が低いものであっても水溶性が不充分であったために、フォトレジスト層上に反射防止層を形成する際、重合体を含むコーティング組成物に有機溶剤を使用する必要が生じ、フォトレジスト層と反射防止層とがインターミキシングしてしまい、それらの界面が不明確になり、パターン形成において低屈折率による十分な効果を發揮できなくなってしまう。また現像液溶解性（溶解速度）も不充分であり、従来の現像プロセスでは反射防止層を除去できなかったり、現像プロセスにおける露光部のレジスト層除去工程でも反射防止層をスムーズに除去できないこともある。

## 【0019】

本発明は、より低屈折率で、かつ現像液溶解性に優れた含フッ素重合体からなるレジスト用反射防止膜をフォトレジスト層上に設けることで、特に真空紫外領域の光線を利用するフォトリソグラフィープロセスにおいて十分な反射防止効果を有し、かつその中の現像プロセスにおいても十分な現像特性を有するレジスト積層体を形成することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0020】

本発明者らは、親水性基を有する種々の含フッ素重合体を検討した結果、低屈折率性と水または現像液（2.38質量%テトラメチルアンモニウムヒドロオキサイド水溶液）に対する溶解性とを両立できる含フッ素重合体を見出すことができ、さらにフォトレジスト層にこの含フッ素重合体からなる反射防止層を設けることで、フォトリソグラフィーの露光プロセスにおいて良好な反射防止効果を發揮でき、なおかつ現像プロセスにおいても容易に反射防止層を除去できることを見出した。

## 【0021】

すなわち本発明の形成方法は、

(I) 基板上にフォトレジスト層（L1）を形成する工程、および

(II) フォトレジスト層（L1）上に、親水性基Yを有する含フッ素重合体（A）を含むコーティング組成物を塗布することにより反射防止層（L2）を形成する工程を含むフォトレジスト積層体の形成方法であって、

含フッ素重合体（A）が親水性基Yを含有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位を有し、さらに該含フッ素重合体（A）が、

(i) 親水性基YがpKaで11以下の酸性OH基を含むこと

(ii) フッ素含有率が50質量%以上であること、および

(iii) 含フッ素重合体（A）100g中の親水性基Yのモル数が0.14以上であることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0022】

本発明は、特に反射防止層（L2）に用いる含フッ素重合体（A）に特徴を有するものであり、この含フッ素重合体（A）を反射防止層（L2）中に主成分として存在させることで、フォトレジスト層（L1）単独の場合で発生する定在波効果や段差のあるパターンニングでの多重反射効果によるレジストパターンへの悪影響を低減でき、また外部雰囲気（空気中の酸性または塩基性物質や水分など）の影響によるパターン形状の変化を低減でき、その結果、パターンの形状、寸法精度が向上し、またそれらの再現性に優れた極微細レジストパターンを形成できるものである。

## 【0023】

本発明の反射防止層（L2）の用いる含フッ素重合体（A）は、従来では困難であった

低屈折率と水溶性または現像液溶解性（溶解速度）を両立できるものであり、その結果、上記パターン形成における効果に加えて、さらに従来のフォトリソグラフィプロセス、なかでも特に現像プロセスにおいて、従来どおり適応可能な性能を有するものである。

#### 【0024】

本発明によれば、リソグラフィ用フォトレジスト積層体を形成する工程において、とりわけ ArF (193 nm) レーザーまたは F<sub>2</sub> レーザーを露光光とするリソグラフィにおいて、レジスト積層体の反射防止層を親水性基を含み高フッ素含有率の含フッ素重合体から構成しているため、フォトレジスト層内での照射光と基板からの反射光が干渉するために生じるパターン寸法精度の低下および現像工程での溶解速度の低下を防ぎ、微細加工性を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

はじめに、本発明のフォトレジスト積層体の形成方法において反射防止層 (L2) を構成する含フッ素重合体 (A) について述べる。

#### 【0026】

本発明において反射防止層 (L2) に用いる含フッ素重合体 (A) は親水性基 Y を有する。この親水性基 Y は親水性基 Y を有する含フッ素エチレン性単量体を重合することにより、含フッ素重合体 (A) の構造単位の一部として導入したものである。

#### 【0027】

つまり親水性基 Y を有する含フッ素エチレン性単量体の繰返し単位（構成単位）を有することが重要である。それによって特に、低屈折率と水溶性または現像液溶解性（溶解速度）を両立でき、さらに薄層の反射防止被膜としたとき、自立膜として良好な機械的強度を付与できる。

#### 【0028】

特に、含フッ素重合体 (A) を構成する構造単位のなかで、親水性基 Y を有する構造単位は、親水性基 Y を有する含フッ素エチレン性単量体を重合して得られる構造単位のみで実質的に構成されることが好ましく、それによって、良好な水溶性または現像液溶解性（溶解速度）を維持しながらさらに低屈折率化を達成できる。

#### 【0029】

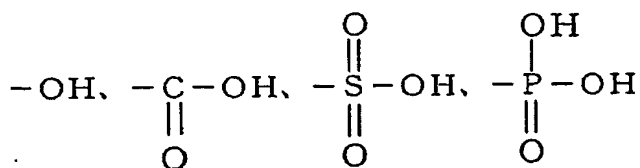
含フッ素重合体 (A) を構成する親水性基 Y を有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位における親水性基 Y は、pKa で 11 以下の酸性 OH 基を含む親水性基である。

#### 【0030】

具体的には、

#### 【0031】

【化1】



#### 【0032】

などの酸性 OH 基を含有する親水性基であり、その中で pKa が 11 以下の酸性を示すものである。

#### 【0033】

なかでも、-OH、-COOH が透明性、低屈折率性に優れる点において好ましい。

#### 【0034】

一方、-SO<sub>3</sub>H および -P(=O)(OH)<sub>2</sub> は、それらを有する含フッ素重合体をフォトレジスト層 (L1) 上に形成した場合、フォトレジストの種類によっては、酸強度が強すぎたりまたは酸の拡散などによるパターン形状への悪影響や未露光部での過度の膜減りなどが生ずることがあり、注意を要する。



## 【0035】

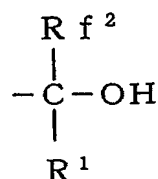
これら親水性基 Y 中の酸性 OH 基は pKa で 11 以下のものであり、好ましくは 10 以下、より好ましくは 9 以下である。

## 【0036】

親水性基 Y が -OH の場合は、pKa を 11 以下の酸性とするためには、-OH に直接結合する炭素原子に含アルキル基または含フッ素アルキレン基を結合させることが好ましく、具体的には、下式：

## 【0037】

## 【化2】



## 【0038】

(式中、Rf<sup>2</sup>は炭素数 1～10 のエーテル結合を有していても良い含フッ素アルキル基；R<sup>1</sup>は H、炭素数 1～10 の炭化水素基および炭素数 1～10 のエーテル結合を有していても良い含フッ素アルキル基よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種) で表される部位を有することが好ましい。

## 【0039】

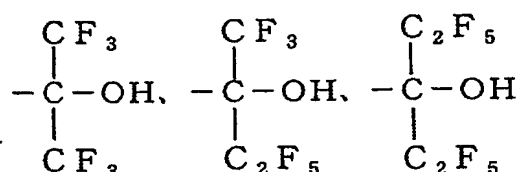
R<sup>2</sup>はなかでも炭素数 1～10 のエーテル結合を有していても良い含フッ素アルキル基であることが好ましい。

## 【0040】

さらには、Rf<sup>2</sup>、R<sup>1</sup>は共にパーフルオロアルキル基であることが好ましく、具体的には、

## 【0041】

## 【化3】



## 【0042】

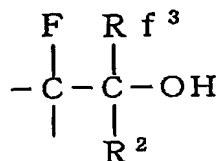
などの部位が好ましい。

## 【0043】

またさらには、下式：

## 【0044】

## 【化4】



## 【0045】

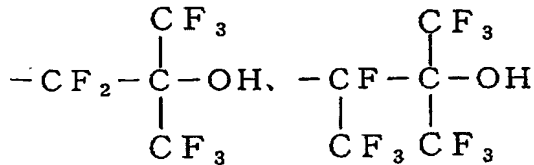
(式中、Rf<sup>3</sup>は炭素数 1～10 のエーテル結合を有していても良い含フッ素アルキル基；R<sup>2</sup>は H、炭素数 1～10 の炭化水素基および炭素数 1～10 のエーテル結合を有していても良い含フッ素アルキル基よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種) で表される部位を有するものが、水溶性、現像液溶解性の面でより好ましい。

## 【0046】

具体的には、

【0047】

【化5】



【0048】

などの部位を有するものが好ましい。

【0049】

上記例示の-OHを含む部位中の酸性OH基は、pKaで11以下を達成できるものであり、好ましい。

【0050】

また、-COOH中の酸性OH基は周辺の構造に関わらず、pKaで11以下を達成できるものであり、具体的にはpKaで6以下、より好ましくは5以下のものである。

【0051】

親水性基Y中の酸性OH基のpKaの下限は1、好ましくは2、より好ましくは3である。pKaが低すぎると下層のフォトレジスト層(L1)の種類によっては、酸強度が強すぎたり、または酸の拡散などによるパターン形状への悪影響や、未露光部での過度の膜減りなどが生ずることがある。

【0052】

これら例示の-OH基含有親水性基は特に透明性に優れ、低屈折率である面で好ましく、-COOH基含有親水性基は水溶性、現像液溶解性の面で特に好ましい。

【0053】

本発明の反射防止層(L2)に用いる含フッ素重合体(A)のフッ素含有率は50質量%以上であり、それを下回るものは、露光時に200nm以下の真空紫外領域の光線を用いるフォトリソグラフィプロセスにおいてはその波長で測定した屈折率が高くなりすぎ、反射防止効果が十分に得られず、定在波効果や多重反射効果によるレジストパターンへの悪影響に対する改善効果が不十分となる。

【0054】

含フッ素重合体(A)のフッ素含有率の好ましくは、55質量%以上、より好ましくは57.5質量%以上である。それによって、例えば193nmでの屈折率を1.46以下とすることができ、また1.44以下、さらには1.42以下とすることができるため好ましい。

【0055】

フッ素含有率の上限は70質量%であり、好ましくは65質量%、より好ましくは62.5質量%である。フッ素含有率が高すぎると、形成される被膜の撥水性が高くなり過ぎて現像液溶解速度を低下させたり、現像液溶解速度の再現性を悪くしたりすることがある。

【0056】

さらに本発明において、反射防止層(L2)に親水性基Yの含有率が特定量以上のもの、つまり従来のものに比べて高い親水性基含有率の含フッ素重合体を用いることが重要である。

【0057】

具体的には含フッ素重合体(A)100g中の親水性基Yのモル数が0.14以上のものであり、それによって水溶性、現像液溶解性(溶解速度)において良好なものとなり、実用的なものとなり得る。

【0058】

含フッ素重合体(A)100g中の親水性基Yのモル数が0.14を下回ると水または

現像液に対して不溶になるか、あるいは現像液には溶解しても現像プロセス時の溶解速度が低く、フォトリソグラフィープロセスにおいて実用性が不十分なものとなる。

## 【0059】

好ましくは、含フッ素重合体 (A) 100 g 当たりの親水性基 Y のモル数は 0.21 以上、より好ましくは 0.22 以上である。

## 【0060】

親水性基 Y の含有率 (モル数) の上限は、含フッ素重合体 (A) 100 g 当たり 0.5、より好ましくは 0.45、さらに好ましくは 0.4 である。親水性基 Y の含有率が高くなりすぎると、特に真空紫外領域での透明性が低下し屈折率が高くなる場合がある。

## 【0061】

本発明のフォトレジスト積層体の形成方法において、上記の親水性基 Y の種類 (i) と含有量 (iii) およびフッ素含有率 (ii) を満たす含フッ素重合体 (A) を反射防止層 (L2) に用いることで、従来のフォトレジストプロセスにおいても実用的に適應でき、かつ定在波効果や多重反射効果によるレジストパターンへの悪影響を改善できるものである。

## 【0062】

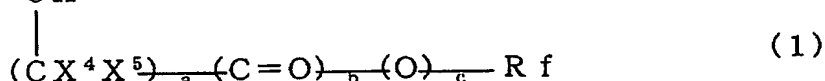
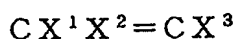
親水性基含有含フッ素重合体 (A) の具体例の好ましい第一は、式 (M-1) :



[式中、構造単位 M1 は式 (1) :

## 【0063】

## 【化6】



## 【0064】

(式中、 $X^1$ 、 $X^2$  は同じかまたは異なり H または F ;  $X^3$  は H、F、Cl、 $CH_3$  または  $C F_3$  ;  $X^4$ 、 $X^5$  は同じかまたは異なり H または F ; Rf は炭素数 1~40 の含フッ素アルキル基に親水性基 Y が 1~4 個結合した 1 価の有機基または炭素数 2~100 のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基に親水性基 Y が 1~4 個結合した 1 価の有機基 ; a、b および c は同じかまたは異なり 0 または 1) で表される含フッ素単量体由来の構造単位 ; 構造単位 N1 は前記式 (1) の含フッ素単量体と共重合可能な単量体由来の構造単位であり、構造単位 M1 が 30~100 モル%、構造単位 N1 が 0~70 モル% の含フッ素重合体である。

## 【0065】

式 (1) の含フッ素単量体は、側鎖に含フッ素アルキル基を含む 1 価の有機基 Rf を有し、その Rf 基に 1~4 個の親水性基 Y が結合していることを特徴とし、式 (1) の含フッ素単量体自体で親水性基 Y と多くのフッ素原子を含有することから、それを用いた重合体に低屈折率性と水溶性および現像液溶解性を両立させることができる。

## 【0066】

式 (1) の含フッ素単量体における Rf は、好ましくは親水性基が 1~4 個結合した炭素数 1~40 の含フッ素アルキル基または親水性基が 1~4 個結合した炭素数 2~100 のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基であるが、親水性基 Y は通常、1 個有するものが好ましい。

## 【0067】

また、Rf としては親水性基が結合した炭素数 1~40 のパーフルオロアルキル基または親水性基が結合した炭素数 2~100 のエーテル結合を有するパーフルオロアルキル基が、重合体をより低屈折率にすることができる点で好ましい。

## 【0068】

親水性基 Y としては、具体的には前述の例示のものが同様に好ましい。

## 【0069】

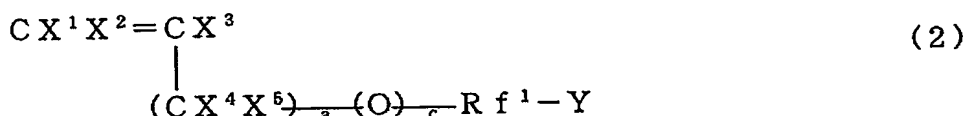
また、式(1)の含フッ素単量体は、それ自体、重合性が良好であり、それ自体の単独重合または、その他の含フッ素エチレン性単量体との共重合が可能である点でも好ましい。

【0070】

式(1)の親水性基Yを有する含フッ素エチレン性単量体の具体的に好ましい第一は、式(2)：

【0071】

【化7】

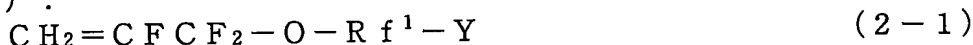


【0072】

(式中、 $\text{X}^1$ 、 $\text{X}^2$ 、 $\text{X}^3$ 、 $\text{X}^4$ 、 $\text{X}^5$ 、 $a$ 、 $c$ およびYは前記式(1)と同じ； $\text{Rf}^1$ は炭素数1～40の二価の含フッ素アルキレン基または炭素数2～100のエーテル結合を有する二価の含フッ素アルレン基)で表される単量体であり、これらは特に重合性が良好であり、それ自体の単独重合または、その他の含フッ素エチレン性単量体との共重合が可能である点で好ましい。

【0073】

式(2)の親水性基Yを有する含フッ素エチレン性単量体は、具体的には、式(2-1)：



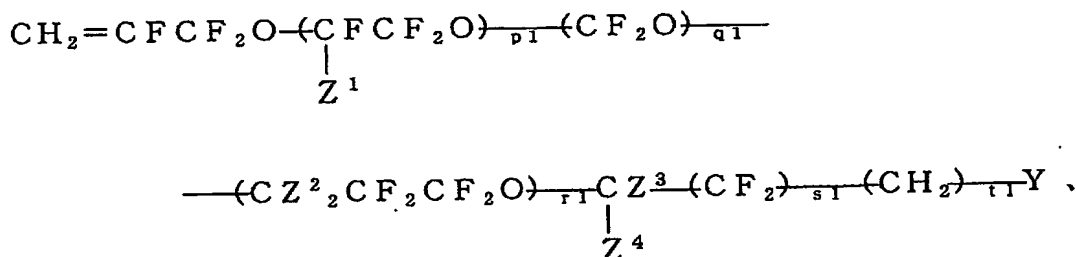
(式中、 $\text{Rf}^1$ は前記式(2)と同じ)で表される含フッ素エチレン性単量体があげられる。

【0074】

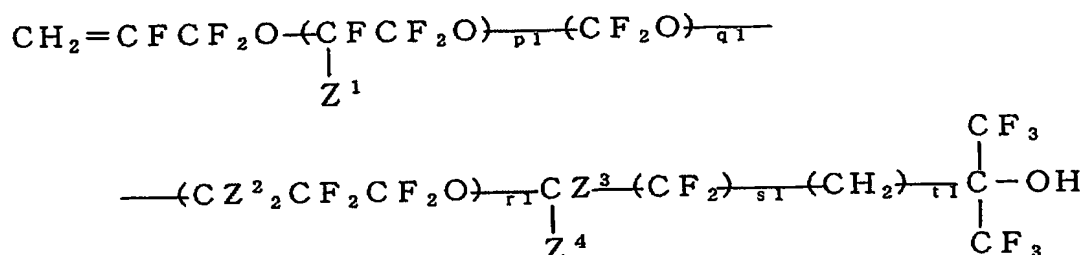
式(2-1)の単量体は、具体的には、

【0075】

【化8】



または



【0076】

(式中、 $\text{Z}^1$ はFまたは $\text{CF}_3$ ； $\text{Z}^2$ 、 $\text{Z}^3$ はHまたはF； $\text{Z}^4$ はH、Fまたは $\text{CF}_3$ ； $p1+q1+r1$ が0～10の整数； $s1$ は0または1； $t1$ は0～5の整数、ただし、 $\text{Z}^3$ 、 $\text{Z}^4$ がともにHの場合、 $p1+q1+r1+s1$ が0でない)で表される含フッ素エチレ

ン性単量体であり、これらは、それ自体の単独重合性に優れ、含フッ素重合体に親水性基 Y をより数多く導入でき、その結果、反射防止層 (L2) に低屈折率性と優れた水溶性・現像液溶解性を付与できる点で好ましい。

【0077】

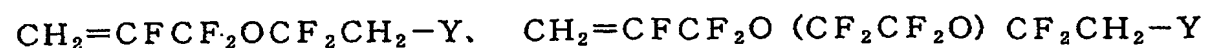
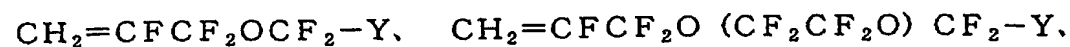
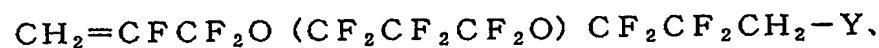
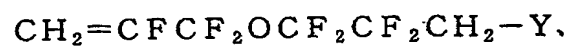
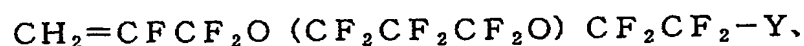
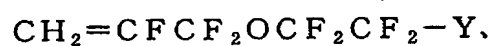
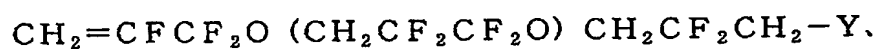
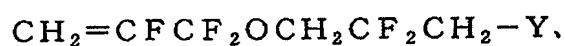
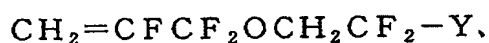
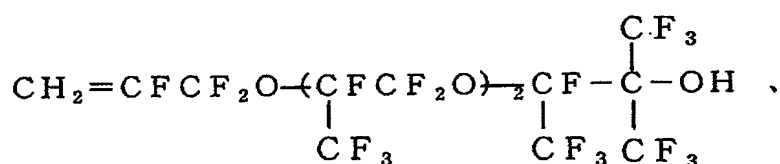
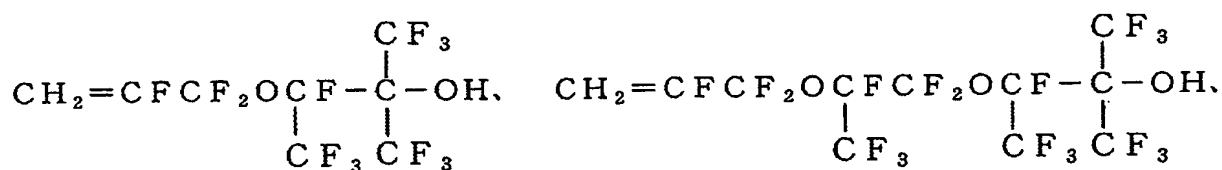
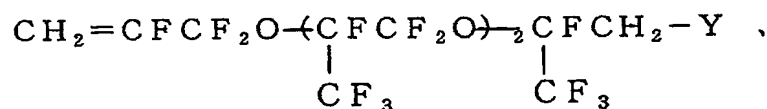
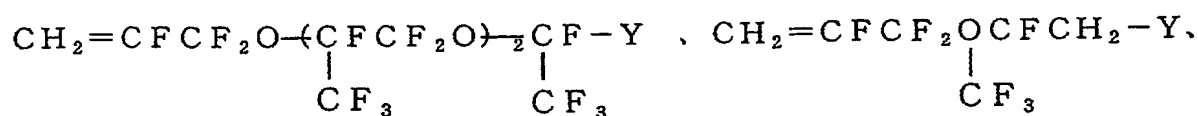
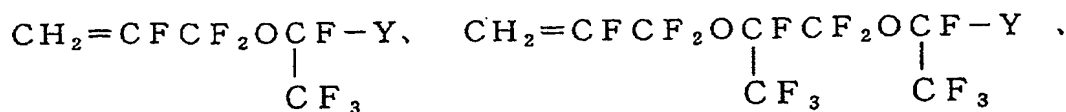
また、テトラフルオロエチレンやフッ化ビニリデンなどの含フッ素エチレン類との共重合性も高く、反射防止層 (L2) に低屈折率性を付与できる。

【0078】

さらに具体的には、

【0079】

【化9】

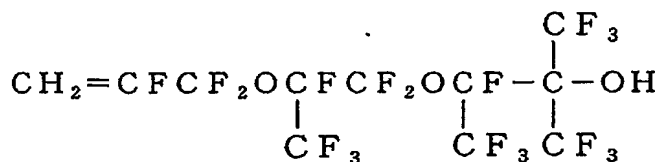
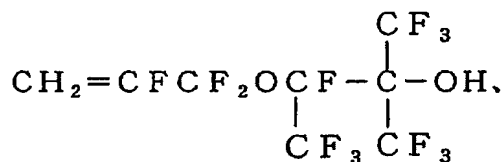
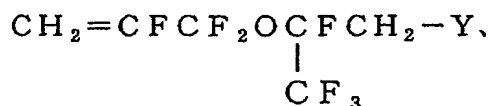
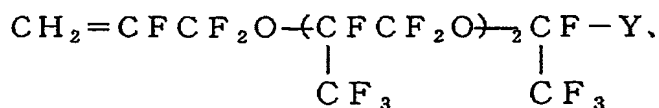
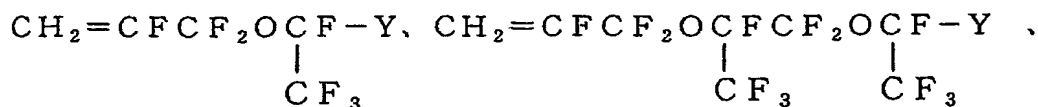


【0080】

などが好ましく挙げられ、なかでも

【0081】

【化10】



【0082】

であることが好ましい。

【0083】

式(2)の親水性基Yを有する含フッ素エチレン性単量体は、さらに式(2-2)：



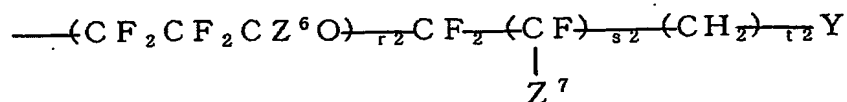
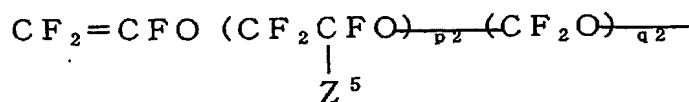
(式中、R<sup>f1</sup>は前記式(2)と同じ)で表される含フッ素エチレン性単量体があげられる。

【0084】

式(2-2)の単量体は、具体的には、

【0085】

## 【化11】



## 【0086】

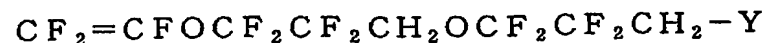
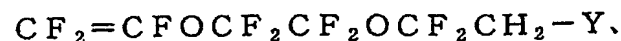
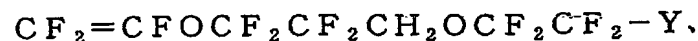
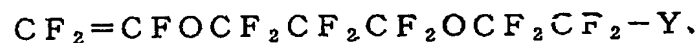
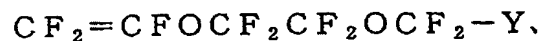
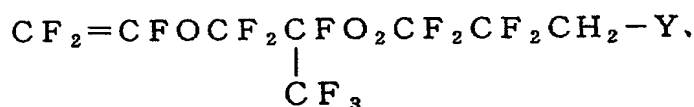
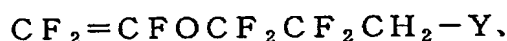
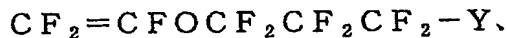
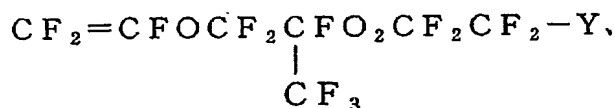
(式中、 $\text{Z}^5$ はFまたは $\text{CF}_3$ ； $\text{Z}^6$ はHまたはF； $\text{Z}^7$ はHまたはF； $p2+q2+r2$ が0～10の整数； $s2$ は0または1； $t2$ は0～5の整数)で表される含フッ素エチレン性単量体であり、これらは、テトラフルオロエチレンやフッ化ビニリデンなどの含フッ素エチレン類との共重合性も高く、反射防止層(L2)に低屈折率性を付与できる。

## 【0087】

式(2-2)の単量体は、さらに具体的には、

## 【0088】

## 【化12】



## 【0089】

などが好ましく挙げられる。

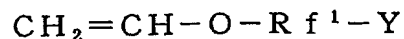
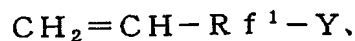
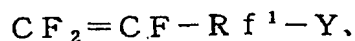
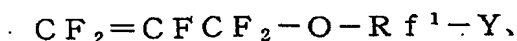


【0090】

式(2)の親水性基Yを有する他の含フッ素エチレン性単量体としては、

【0091】

【化13】

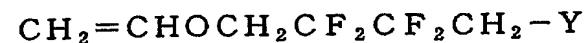
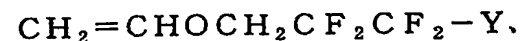
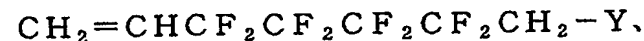
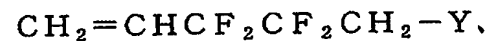
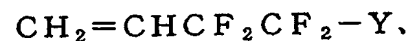
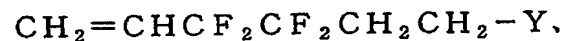
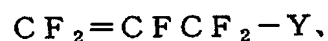
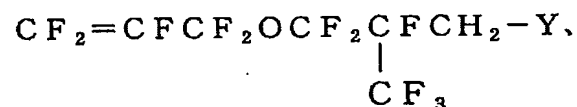
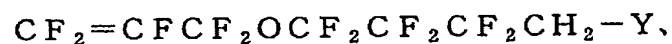
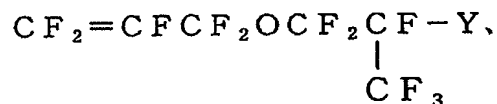
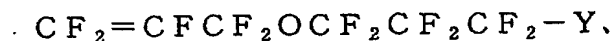


【0092】

(式中、Rf<sup>1</sup>は前記式(2)と同じ)で表される含フッ素エチレン性単量体が挙げられ、具体的には、

【0093】

【化14】



【0094】

などが挙げられる。

【0095】

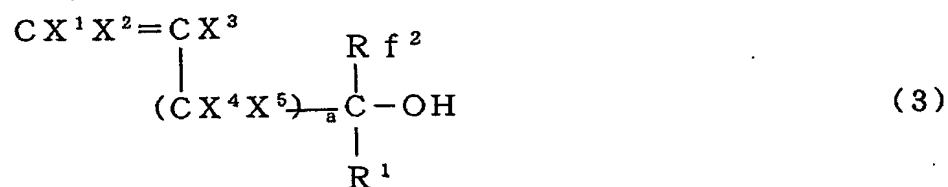
これらの例示の含フッ素単量体における親水性基Yとしては、前述の例示の親水性基が好ましく挙げられるが、特に好ましくは-OH、-COOHであり、特に-COOHが好ましい。

【0096】

式(1)の親水性基Yを有する含フッ素エチレン性単量体の具体的に好ましい第二は、式(3)：

【0097】

【化15】



【0098】

(式中、 $\text{X}^1$ 、 $\text{X}^2$ 、 $\text{X}^3$ 、 $\text{X}^4$ 、 $\text{X}^5$ およびaは前記式(1)と同じ； $\text{R}^{\text{f}^2}$ は炭素数1～10のエーテル結合を有しても良い含フッ素アルキル基； $\text{R}^1$ はH、炭素数1～10の炭化水素基および炭素数1～10のエーテル結合を有しても良い含フッ素アルキル基よりなる群から選ばれる少なくとも1種)で表される含フッ素エチレン性単量体である。

【0099】

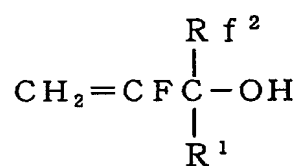
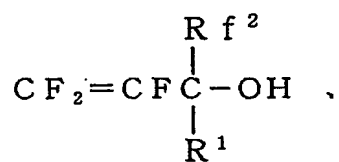
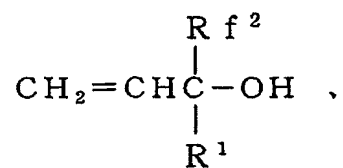
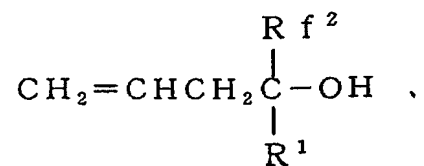
これらを用いた含フッ素重合体は、特に透明性および低屈折率性に優れ、反射防止層(L2)に用い場合、極微細パターン形成時において特に効果的である。

【0100】

式(3)の含フッ素単量体は、具体的には、

【0101】

【化 16】

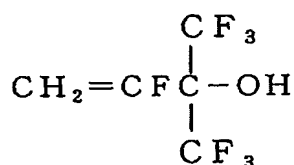
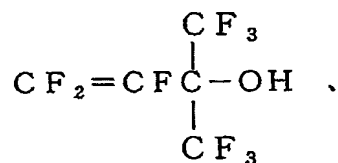
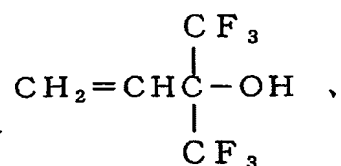
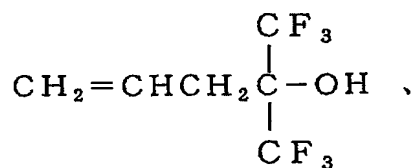


【0102】

(式中、R f<sup>2</sup>、R<sup>1</sup>は式(3)と同じ)などが好ましく挙げられ、さらに具体的には、

【0103】

【化17】



【0104】

が好ましく挙げられる。

【0105】

本発明の反射防止層(L2)に用いる式(M-1)の含フッ素重合体は式(1)の親水性基を有する含フッ素単量体の単独重合体であっても、その他の単量体との共重合体であっても良い。

【0106】

式(1)の単量体のうち単独重合可能な単量体の場合は、単独重合体である方が、反射防止層(L2)の現像液溶解速度を向上させることが可能であるためより好ましい。

【0107】

また共重合体とする場合、共重合成分の構造単位(N1)は適宜選択できるが、現像液溶解性を維持する範囲で屈折率を低く設定する目的で選択するのが好ましく、具体的には、含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位の中から選択される。

【0108】

なかでも、つぎの(N1-1)および(N1-2)の構造単位から選ばれるものが好ましい。

(N1-1) 炭素数2または3のエチレン性単量体であって、少なくとも1個のフッ素原子を有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位:

この構造単位N1-1は、現像液溶解性を低下させずに効果的に屈折率を低くできたり、透明性を改善できる点で好ましい。また、反射防止層の被膜強度を改善できる点でも好ましい。

【0109】

具体的には、

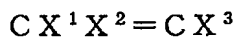
$\text{CF}_2=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFCl}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ 、 $\text{CFH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CFH}=\text{CF}_2$ 、 $\text{CF}_2=\text{CFCF}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CFCF}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCF}_3$ などが挙げられ、なかでも、共重合性が良好でかつ透明性、低屈折率性を付与する効果が高い点で、テトラフルオロエチレン

( $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ )、クロロトリフルオロエチレン ( $\text{CF}_2=\text{CFCl}$ )、フッ化ビニリデン ( $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ ) が好ましい。

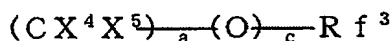
(N1-2) 式 (n1-2) :

【0110】

【化18】



(n1-2)



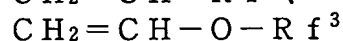
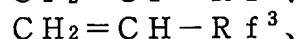
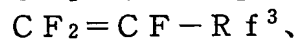
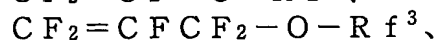
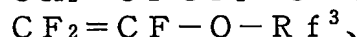
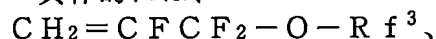
【0111】

(式中、 $\text{X}^1$ 、 $\text{X}^2$ 、 $\text{X}^3$ 、 $\text{X}^4$ 、 $\text{X}^5$ 、a および c は前記式 (1) と同じ;  $\text{Rf}^3$  は炭素数 1 ~ 40 の含フッ素アルキル基または炭素数 2 ~ 100 のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基) で表される単量体由来の構造単位:

この構造単位は、効果的に屈折率を低くしたり、透明性を改善できる点で好ましい。

【0112】

具体的には、



(式中、 $\text{Rf}^3$  は前記式 (n1-2) と同じ) などが好ましく挙げられる。

【0113】

式 (M-1) の含フッ素重合体における各構造単位の存在比率は、前記の好ましいフッ素含有率および親水性基含有率に応じて適宜選択されるが、好ましくは構造単位 M1 が 30 ~ 100 モル%、構造単位 N1 が 0 ~ 70 モル%であり、さらに好ましくは構造単位 M1 が 40 ~ 100 モル%、構造単位 N1 が 0 ~ 60 モル%、より好ましくは構造単位 M1 が 50 ~ 100 モル%、構造単位 N1 が 0 ~ 50 モル%、特に好ましくは構造単位 M1 が 60 ~ 100 モル%、構造単位 N1 が 0 ~ 40 モル%である。

【0114】

式 (M-1) の含フッ素重合体の分子量は、数平均分子量で 1000 ~ 1000000、好ましくは 2000 ~ 200000、より好ましくは 3000 ~ 100000 であり、特に 5000 ~ 50000 である。

【0115】

分子量が低すぎると反射防止層 (L2) の被膜の強度が低くなりすぎたり、また下層のフォトレジスト層 (L1) へ含フッ素重合体自体が浸透してしまうなどの問題が生じることがある。また、反射防止層の成膜性が悪くなって均一な薄膜形成が困難となることもある。

【0116】

本発明の反射防止層 (L2) に用いる含フッ素重合体 (A) の好ましい第二は、式 (M-2) :



[式中、構造単位 M2 は親水性基 Y として  $-\text{COOH}$  を含む式 (4) :

【0117】

【化19】



【0118】

(式中、 $\text{X}^6$ 、 $\text{X}^7$ は同じかまたは異なりHまたはF； $\text{X}^8$ はH、F、Cl、 $\text{CH}_3$ または $\text{CF}_3$ であり、ただし、 $\text{X}^6$ 、 $\text{X}^7$ 、 $\text{X}^8$ の少なくとも1つはフッ素原子を含む)で表される構造単位；構造単位N2は前記式(4)の含フッ素単量体と共重合可能な単量体由来の構造単位]で表され、構造単位M2が10～100モル%、構造単位N2が0～90モル%の含フッ素重合体である。

【0119】

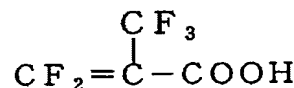
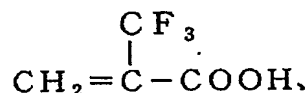
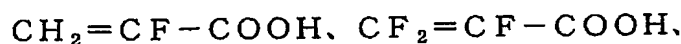
この含フッ素重合体は、親水性基Yとして $-\text{COOH}$ を含む含フッ素単量体である含フッ素アクリル酸由来の構造単位を水溶性・現像液溶解性を付与する成分として含むもので、特に水溶性・現像液溶解性に優れたものとなる点で好ましい。

【0120】

式(4)の含フッ素単量体は、具体的には、

【0121】

【化20】

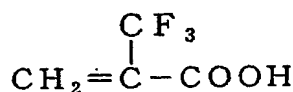
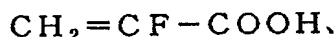


【0122】

が挙げられ、なかでも

【0123】

【化21】



【0124】

が重合性が良好な点で好ましい。

【0125】

本発明の反射防止層(L2)に用いる含フッ素重合体(M-2)は、式(4)の含フッ素単量体の単独重合体であっても良いが、通常、共重合により任意の構造単位N2を含有させることが好ましい。

【0126】

共重合成分の構造単位N2は、適宜選択できるが、現像液溶解性を維持する範囲で屈折率を低く設定する目的で選択するのが好ましく、具体的には、つぎの含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位の中から選択される。

【0127】

(N2-1) 含フッ素アクリレート系単量体由来の構造単位：

具体的には、式 (n 2-1) :

【0128】

【化22】



【0129】

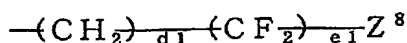
(式中、X<sup>9</sup>はH、FまたはCH<sub>3</sub>；Rf<sup>4</sup>は炭素数1～40の含フッ素アルキル基または炭素数2～100のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基)で表される含フッ素アクリレート単量体由来の構造単位であることが好ましく、これらは式(4)の含フッ素単量体との共重合性が高く、含フッ素重合体に低屈折率性を付与できる点で好ましい。

【0130】

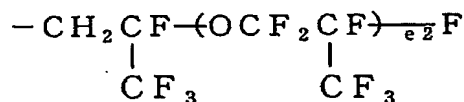
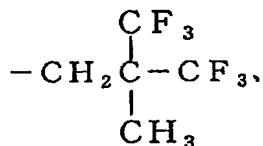
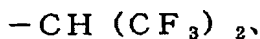
式 (n 2-1) の含フッ素アクリレートにおいて、Rf<sup>4</sup>基は、

【0131】

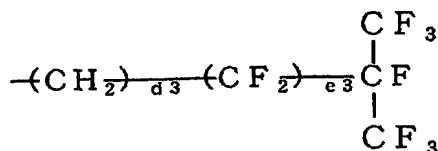
【化23】



(式中、Z<sup>8</sup>はH、FまたはCl；d1は1～4の整数；e1は1～10の整数)、



(式中、e2は1～5の整数)、



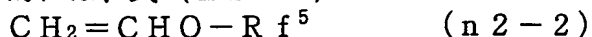
【0132】

(式中、d3は1～4の整数；e3は1～10の整数)などが挙げられる。

【0133】

(N2-2) 含フッ素ビニルエーテル系単量体由来の構造単位：

具体的には、式 (n 2-2) :



(式中、Rf<sup>5</sup>は炭素数1～40の含フッ素アルキル基または炭素数2～100のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基)で表される含フッ素ビニルエーテル由来の構造単位

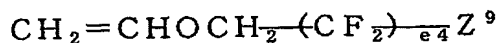
であることが好ましく、これらは式(4)の含フッ素単量体との共重合性が高く、含フッ素重合体に低屈折率性を付与できる点で好ましい。

【0134】

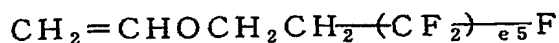
式(n2-2)の単量体は、具体的には

【0135】

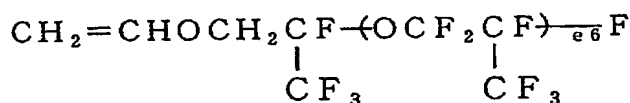
【化24】



(式中、Z<sup>9</sup>はHまたはF；e4は1～10の整数)、



(式中、e5は1～10の整数)、



【0136】

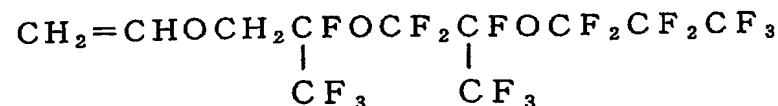
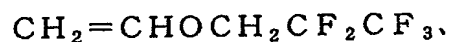
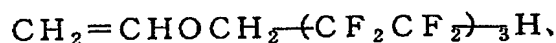
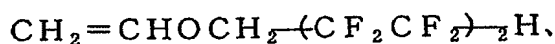
(式中、e6は1～10の整数)などが好ましく挙げられる。

【0137】

より具体的には、

【0138】

【化25】



【0139】

などの単量体由来の構造単位が挙げられる。

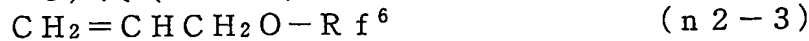
【0140】



その他、つぎの構造単位 (N2-3) や (N2-4) も挙げられる。

【0141】

(N2-3) 式 (n2-3) :

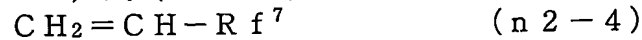


(式中、Rf<sup>6</sup>は炭素数1~40の含フッ素アルキル基または炭素数2~100のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基) で表される含フッ素アリルエーテル由来の構造単位

。

【0142】

(N2-4) 式 (n2-4) :



(式中、Rf<sup>7</sup>は炭素数1~40の含フッ素アルキル基または炭素数2~100のエーテル結合を有する含フッ素アルキル基) で表される含フッ素ビニル単量体由来の構造単位。

【0143】

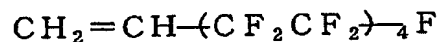
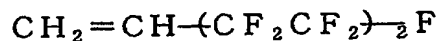
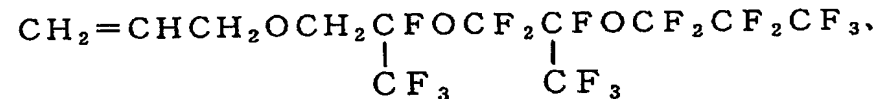
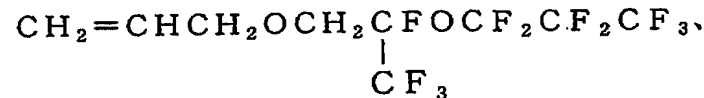
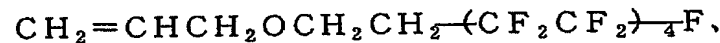
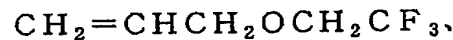
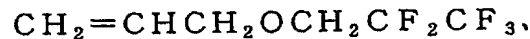
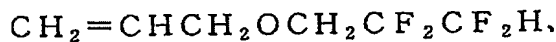
これらは含フッ素重合体に低屈折率性を付与できる点で好ましい。

【0144】

式 (n2-3)、(n2-4) の単量体は、具体的には、

【0145】

【化26】



【0146】

などの単量体由来の構造単位が挙げられる。

【0147】

式 (M-2) の含フッ素重合体における各構造単位の存在比率は、前記の好ましいフッ素含有率および親水性基含有率に応じて適宜選択されるが、好ましくは構造単位M2が10~100モル%、構造単位N2が0~90モル%であり、さらに好ましくは構造単位M

2が20～80モル%、構造単位N2が20～80モル%、より好ましくは構造単位M2が30～70モル%、構造単位N2が30～70モル%、特に好ましくは構造単位M2が40～60モル%、構造単位N2が40～60モル%である。

## 【0148】

構造単位M2の存在比率が低すぎると、水溶性・現像液溶解性が不十分となり、構造単位M2の存在比率が高くなりすぎると、屈折率が高くなりすぎるため好ましくない。

## 【0149】

式(M-2)の含フッ素重合体の分子量は、数平均分子量で1000～1000000、好ましくは2000～200000、より好ましくは3000～100000であり、特に、5000～50000である。

## 【0150】

分子量が低すぎると反射防止層(L2)の被膜の強度が低くなりすぎたり、また下層のフォトレジスト層(L1)へ含フッ素重合体自体が浸透してしまうなどの問題が生じることがある。また、反射防止層の成膜性が悪くなって均一な薄膜形成が困難となることもある。

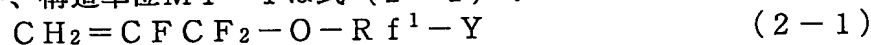
## 【0151】

本発明の反射防止層(L2)に用いる含フッ素重合体(A)の好ましい具体例は、つぎの式(M-1-1)、式(M-1-2)および式(M-2-1)で表される含フッ素重合体が挙げられる。

式(M-1-1)：



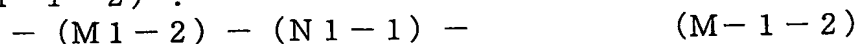
[式中、構造単位M1-1は式(2-1)：



(式中、Rf<sup>1</sup>は前記式(2)と同じ)で表される単量体由来の構造単位]

で表され、数平均分子量で1000～200000の含フッ素重合体である。つまり、式(2-1)の単量体から選ばれる1種または2種以上の単量体からなる、含フッ素アリルエーテル単独重合体である。これらは高いフッ素含有率と、高い親水性基含有率を両立できるため、低屈折率と現像液溶解性に優れる点で好ましい。

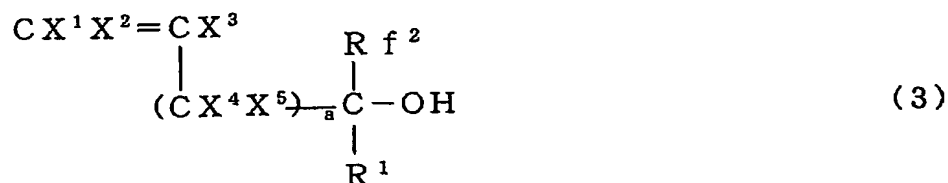
式(M-1-2)：



[式中、構造単位M1-2は式(3)：

## 【0152】

## 【化27】



## 【0153】

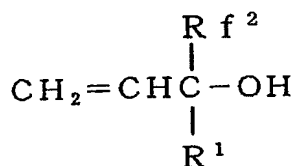
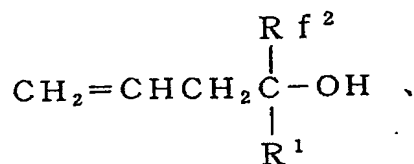
(式中、X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、X<sup>3</sup>、X<sup>4</sup>、X<sup>5</sup>、Rf<sup>2</sup>、R<sup>1</sup>およびaは前記式(3)と同じ)で表される単量体由来の構造単位；構造単位N1-1は炭素数2または3のエチレン性単量体であって、少なくとも1個のフッ素原子を有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位]で表され、構造単位M1-1が30～70モル%、構造単位N1-1が30～70モル%含み、数平均分子量が1000～200000の含フッ素重合体である。

## 【0154】

構造単位M1-2は式(3)の単量体の中で、前述の例示のものが同様に好ましく、なかでも

## 【0155】

【化28】



【0156】

(式中、 $\text{Rf}^2$ 、 $\text{R}^1$ は式(3)と同じ)で表される単量体から選ばれる単量体由来の構造単位であることが好ましい。

【0157】

構造単位N1-1は、上記のなかでもテトラフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンから選ばれる単量体由来の構造単位であることが好ましい。

【0158】

これらは、特に真空紫外領域の光に対して透明性が高く、かつ屈折率を低く設定できる点で好ましい。

式(M-2-1):



[式中、構造単位M2が式(4):

【0159】

【化29】



【0160】

(式中、 $\text{X}^6$ 、 $\text{X}^7$ および $\text{X}^8$ は前記式(4)と同じ)で表される単量体由来の構造単位；  
構造単位N2-2は式(n2-2):



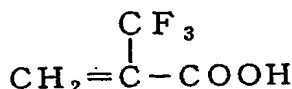
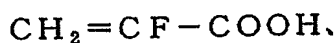
(式中、 $\text{Rf}^5$ は前記式(n2-2)と同じ)で表される単量体由来の構造単位]で表され、構造単位M2が30~70モル%、構造単位N2-2が30~70モル%含み、数平均分子量が1000~200000の含フッ素重合体である。

【0161】

構造単位M2は式(4)の単量体の中で、前述の例示のものが同様に好ましく、なかでも特に、

【0162】

【化30】



【0163】

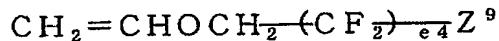
が好ましい。

【0164】

構造単位 N2-2 は式 (n2-2) の単量体の中で、前述の例示のものが同様に好ましく、なかでも

【0165】

【化31】



【0166】

(式中、Z<sup>9</sup> は H または F ; e4 は 1 ~ 10 の整数) で表される単量体由来の構造単位であることが好ましい。

【0167】

これらは、特に、水溶性・現像液溶解性に優れたものとなる点で好ましい。

【0168】

本発明のフォトレジスト積層体の形成方法において、予め形成されたフォトレジスト層 (L1) 上に反射防止層 (L2) が、前述の含フッ素重合体 (A) を含むコーティング組成物を塗布することで形成される。

【0169】

反射防止層 (L2) を形成するコーティング組成物は、前記親水性基 Y を有する含フッ素重合体 (A) と水およびアルコール類よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の溶剤 (B) とからなるものである。

【0170】

溶剤 (B) は、コーティング組成物を塗布したとき、予め形成された下層のフォトレジスト被膜 (L1) を再溶解させない溶剤から選ばれることが好ましく、その点からも水および/またはアルコール類であることが好ましい。

【0171】

本発明の前述の含フッ素重合体 (A) は、これら水やアルコール類に対して良好な溶解性を有するものである。

【0172】

溶剤 (B) のうち、水は、水であれば特に制限されないが、蒸留水、イオン交換水、フィルター処理水、各種吸着処理などにより有機不純物や金属イオンなどを除去したものが好ましい。

【0173】

アルコール類は、フォトレジスト層 (L1) を再溶解させないものから選ばれ、下層のフォトレジスト層 (L1) の種類に応じて適宜選択されるが、一般に低級アルコール類が好ましく、具体的にはメタノール、エタノール、イソプロパノール、n-プロパノールなどが好ましい。

【0174】

なお、これら溶剤 (B) に加えて、フォトレジスト層 (L1) を再溶解させない範囲内で、塗布性等の改善を目的として、水に可溶な有機溶媒を併用しても良い。

【0175】

水に可溶な有機溶媒としては、水に対して 1 質量% 以上溶解するものであればとくに制限されない。例えば、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン類；酢酸メチル、酢酸エチルなどの酢酸エステル類；ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、メチルセロソルブ、セロソルブアセテート、ブチルセロソルブ、ブチルカルビトール、カルビトールアセテートなどといった極性溶媒などが好ましく挙げられる。

【0176】

水またはアルコール類に加えて添加される水溶性の有機溶媒の添加量は、溶剤 (B) 全体量に対し、0.1 ~ 50 質量%、好ましくは 0.5 ~ 30 質量%、より好ましくは 1 ~ 20 質量%、特に好ましくは 1 ~ 10 質量% である。

## 【0177】

本発明の反射防止層(L2)を形成するコーティング組成物は、必要に応じて、塩基性の物質、例えばアンモニアまたは有機アミン類から選ばれる少なくとも1種を添加しても良い。この場合、コーティング組成物中でpKaが11以下の酸性OH基は、たとえばアンモニウム塩、アミン塩などの形で親水性誘導体部位になっていることもある。

## 【0178】

塩基性物質の添加は、特に含フッ素重合体(A)中の親水性基Yが-COOHまたは-SO<sub>3</sub>Hであるとき、水溶性・現像液溶性を向上させる点で、また、現像液溶解速度の再現性を保つために有効である。また、コーティング組成物のpHを最適な範囲に調整するためにも有効である。

## 【0179】

有機アミン類は水溶性の有機アミン化合物が好ましく、例えばメチルアミン、エチルアミン、プロピルアミンなどの第一級アミン類；ジメチルアミン、ジエチルアミンなどの第二級アミン類；トリメチルアミン、トリエチルアミン、ピリジンなどの第三級アミン類；モノエタノールアミン、プロパノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリス(ヒドロキシメチル)アミノメタンなどのヒドロキシルアミン類；水酸化テトラメチルアンモニウム、水酸化テトラエチルアンモニウム、水酸化テトラプロピルアンモニウム、水酸化テトラブチルアンモニウムなどの第四級アンモニウム化合物などが好ましく挙げられる。

## 【0180】

なかでも、低屈折率の維持、現像液溶解速度の向上という面で、モノエタノールアミン、プロパノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリス(ヒドロキシメチル)アミノメタンなどのヒドロキシルアミン類であることが好ましく、なかでも特にモノエタノールアミンが好ましい。

## 【0181】

コーティング組成物においてアンモニアまたは有機アミン類の添加量は、使用する含フッ素重合体(A)の親水性基1モルに対し、通常0.01モル~10モルの範囲で添加でき、好ましくは0.1~5モル、より好ましくは0.5~1モル、特に好ましくは1~0.5モルである。

## 【0182】

本発明の反射防止層(L2)を形成するコーティング組成物には、必要に応じて公知の界面活性剤を添加しても良い。

## 【0183】

界面活性剤の添加は下層のフォトレジスト層(L1)表面に対するコーティング組成物の濡れ性を改善し、均一な薄膜を形成するために有効である。またさらに、コーティング後、得られる反射防止層(L2)表面の表面張力を低下させ、その結果、現像液溶解性を安定化させる点でも好ましい。

## 【0184】

界面活性剤としては、例えばフッ素系界面活性剤、ノニオン系界面活性剤から選ばれる1種であることが好ましい。具体的なフッ素系界面活性剤としては、例えばフルオロアルキルカルボン酸アンモニウム塩類、フルオロアルキルスルホン酸アンモニウム塩類、フルオロアルキルスルホンアミド類、パーフルオロアルキルポリオキシエチレンエタノール類、パーフルオロアルキルアミンオキサイド類、含フッ素オルガノシロキサン系化合物などが挙げられる。

## 【0185】

ノニオン系界面活性剤としては具体的には、例えばポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテルなどの高級アルコールのポリオキシエチレンエーテル類；ポリエチレングリコールジラウレート、ポリエチレングリコールジステアレートなどの高級脂肪酸のポリエチレングリコールエステル類などが挙げられる。

## 【0186】

界面活性剤の使用量は、組成物の濡れ性や被膜の表面張力を改善できる最小の量を添加するのが好ましい。具体的にはコーティング組成物全体に対し、0.01～50質量%、好ましくは0.05～30質量%、より好ましくは0.1～20質量%、特に好ましくは0.1～10質量%である。

## 【0187】

本発明の反射防止層(L2)を形成するコーティング組成物には、必要に応じてさらに、含フッ素重合体(A)以外の水溶性ポリマーを添加しても良い。水溶性ポリマーは、成膜性を改善するために利用でき、被膜の屈折率や透明性を悪化させない範囲(ポリマーの種類、使用量)で使用しても良い。

## 【0188】

水溶性ポリマーとしては、例えばポリビニルアルコール類、ポリアルキルビニルエーテル類(ポリメチルビニルエーテル、ポリエチルビニルエーテル)、ポリアクリル酸類、カルボキシル基含有アクリレート系樹脂、ポリメタクリル酸類、ポリエチレングリコール類、セルロース類などが挙げられる。

## 【0189】

水溶性ポリマーの使用量は、コーティング組成物に含まれる含フッ素重合体(A)100重量部に対して、0.1～100重量部、好ましくは0.5～50重量部、より好ましくは1～30重量部、特に好ましくは1～10重量部である。

## 【0190】

またさらに、本発明の反射防止層(L2)を形成するコーティング組成物には、必要に応じて、消泡剤、吸光剤、保存安定剤、防腐剤、接着助剤、光酸発生剤などを添加しても良い。

## 【0191】

本発明の反射防止層(L2)を形成するコーティング組成物において、親水性基含有含フッ素重合体(A)の含有率は、重合体の種類、分子量、添加物の種類、量、溶剤の種類などによって異なり、薄層被膜を形成可能となる適切な粘度となるように適宜選択される。例えばコーティング組成物全体対し0.1～50質量%、好ましくは0.5～30質量%、より好ましくは1～20質量%、特に2～10質量%である。

## 【0192】

コーティング組成物はフォトレジスト層(L1)上に塗布され、反射防止層(L2)を形成する。塗布方法としては従来公知の方法が採用され、特に回転塗布法、流延塗布法、ロール塗布法などが好適に例示でき、なかでも回転塗布法(スピンコート法)が好ましい。その他の反射防止層(L2)の形成法については後述する。

## 【0193】

つぎに本発明のフォトレジスト層(L1)上に反射防止層(L2)を設けてフォトレジスト積層体を形成する方法、さらにはそのフォトレジスト積層体を用いて微細パターンを形成する方法についての一例を図面を参照して説明する。

## 【0194】

図1は、本発明のフォトレジスト積層体の形成方法を経由しての微細パターン形成方法の各工程(a)～(e)を説明するための概略図である。

## 【0195】

(a)フォトレジスト層(L1)の形成工程:

まず、図1(a)に示すように基板L0にフォトレジスト組成物を回転塗布法等によって0.01～5 $\mu$ m、好ましくは0.05～0.5 $\mu$ m、より好ましくは0.1～0.3 $\mu$ mの膜厚で塗布する。

## 【0196】

ついで150℃以下、好ましくは80～130℃の所定の温度でプリベーク処理を行って、フォトレジスト層L1を形成する。

## 【0197】

なお、ここで用いられる前記基板としては、例えばシリコンウェハー；ガラス基板；有機系または無機系反射防止膜が設けられたシリコンウェハーやガラス基板；表面に各種の絶縁膜、電極および配線などが形成された段差を有するシリコンウェハー；マスクブランクス；GaAs、AlGaAs等のIII-V族化合物半導体ウェハーやII-VI族化合物半導体ウェハー；水晶、石英またはリチウムタンタレート等の圧電体ウェハーなどが挙げられる。

#### 【0198】

本発明で用いるフォトレジスト組成物としては、従来のフォトレジスト組成物が利用できる。例えばノボラック樹脂とジアゾナフトキノンを主成分とするポジ型フォトレジスト（g線、i線リソグラフィー）、ポリヒドロキシスチレンをバインダー樹脂に用いた化学増幅型ポジ型またはネガ型レジスト（KrFリソグラフィー）、側鎖に脂環式構造を有するアクリル系ポリマーやポリノルボルネン構造を有する脂環式重合体などを用いた化学増幅型ポジ型フォトレジスト（ArFリソグラフィー）、含フッ素ポリマーを用いた化学増幅型ポジ型フォトレジスト（F<sub>2</sub>リソグラフィー）などが利用できる。

#### 【0199】

本発明の反射防止層（L2）は、従来のものに比べより一層の低屈折率化が実現できるため、特に側鎖に脂環式構造を有するアクリル系ポリマーやポリノルボルネン構造を有する脂環式重合体などを用いた化学増幅型ポジ型フォトレジスト（ArFリソグラフィー）、含フッ素ポリマーを用いた化学増幅型ポジ型フォトレジスト（F<sub>2</sub>リソグラフィー）を用いたフォトリソグラフィープロセスにおいて好ましく適用でき、精密なパターン形状やパターンの高寸法精度、さらにはそれらの再現性において効果的に目的を達成するものである。

#### 【0200】

（b）反射防止層（L2）の形成工程：

図1（b）に示すように、乾燥後のフォトレジスト層L1上に、前述の含フッ素重合体（A）を含むコーティング組成物を回転塗布法等によって塗布する。ついで、必要に応じてプリベークを行ない、反射防止層L2を形成する。

#### 【0201】

その際、反射防止層L2の膜厚 $d_{\text{tarc}}$ は、数式：

$$d_{\text{tarc}} = x \cdot \lambda / 4 n_{\text{tarc}}$$

（式中、 $d_{\text{tarc}}$ は反射防止層の膜厚（nm）； $x$ は奇数の整数； $\lambda$ は露光波長（nm）； $n_{\text{tarc}}$ は反射防止層の露光波長（ $\lambda$ ）で測定した屈折率）で算出される膜厚に調整することが好ましい。それによってレジスト被膜の上側界面での反射防止効果、つまり反射率が低減し、定在波の影響を低減できる。

#### 【0202】

プリベークは、反射防止層L2中の残留溶剤（B）を蒸発させ、さらに均質な薄層被膜を形成するために適宜、条件選択される。例えばプリベーク温度は室温～150℃の範囲内から選ばれ、好ましくは40～120℃、より好ましくは60～100℃である。

#### 【0203】

（c）露光工程：

つぎに図1（c）に示すように、フォトレジスト積層体（L1+L2）に所望のパターンを有するマスク11を介して、矢印13で示すようにエネルギー線を照射することによって、特定の領域12を選択的に露光することによってパターン描画を行なう。

#### 【0204】

このときエネルギー線（あるいは化学放射線）としては、例えばg線（436nm波長）、i線（365nm波長）、KrFエキシマレーザー光（248nm波長）、ArFエキシマレーザー光（193nm波長）、F<sub>2</sub>レーザー光（157nm波長）などがあげられ、フォトリソグラフィープロセスに応じて適宜選択して使用する。

#### 【0205】

その他、X線、高エネルギー電子線、シンクロトロン放射光等を露光光として用いたり

、マスクを用いずに電子線、イオンビーム線等を走査して前記フォトリソ積層体を直接パターン露光することも可能である。

#### 【0206】

なかでも、ArFエキシマレーザー光、F<sub>2</sub>レーザーを露光光として用いる場合に、本発明の反射防止効果がもっとも発揮される。

#### 【0207】

続いて、70～160℃、好ましくは90～140℃で30秒間～10分間程度の露光後ベーキング（PEB工程）を行うことによって、図1（d）に示すように、フォトリソ積層膜L1の露光領域12に潜像14を形成させる。このとき、露光によって生じた酸が触媒として作用して溶解抑止基（保護基）が分解されるため、現像液溶解性が向上しレジスト膜の露光部分が現像液に可溶化する。

#### 【0208】

また反射防止層L2は、上記露光後ベーキング（PEB工程）を実施する前に純水などでリンスすることで予め除去しても良いし、PEB後の現像工程において除去しても良い。

#### 【0209】

（d）現像工程：

ついで露光後ベーキングを行ったフォトリソ積層膜L1に対して現像液で現像処理を行うと、フォトリソ積層膜L1の未露光部分は現像液に対する溶解性が低いため基板上に残存するが、一方、上述したように露光領域12は現像液に溶解する。

#### 【0210】

一方、上層の反射防止層L2は、露光部、未露光部に問わず現像液溶解性に優れているため、たとえ残存していても現像工程で露光部と同時に除去される。

#### 【0211】

現像液としては2.38重量%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液が好ましく用いられる。またさらに、反射防止層L2表面、フォトリソ積層膜L1表面との濡れ性を調整するため、2.38重量%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液中に界面活性剤やメタノール、エタノール、プロパノールまたはブタノールなどのアルコール類を添加したものを用いても良い。

#### 【0212】

ついで、純水、低級アルコールまたはそれらの混合物などで前記現像液を洗い流したあと、基板を乾燥させることにより、図1（e）に示すような所望のレジストパターン15を形成することができる。

#### 【0213】

なお、以上の例では、基板L0の上にフォトリソ積層体を形成する場合について説明した。しかし、これはいわゆる基板の上にて限定されるものではなく、基板上の導電膜あるいは絶縁膜など所定の層の上に形成されてよい。また、かかる基板上に例えばBrewer Science社製のDUV-30、DUV-32、DUV-42、DUV-44などの反射防止膜（下層反射防止層）を施すことも可能であるし、基板を密着性向上剤によって処理しても良い。

#### 【0214】

また、このように形成した微細レジストパターンをマスクとして、その下の所定の層をエッチングして導電膜あるいは絶縁膜の所望の微細パターンを形成し、さらに他の工程を重ねて半導体装置など電子装置を製造することができる。これらの工程はよく知られているところであるから、説明は省略する。

#### 【0215】

なお、本発明および本特許請求の範囲および明細書に記載の諸物性値の測定法はつぎの方法による。pKa、屈折率、現像液溶解速度および反射率については実施例中で説明する。

#### 【0216】

（1）組成分析：<sup>1</sup>H NMRと<sup>19</sup>F NMRとIRのデータから算出する。



## 【0217】

NMRはBRUKER社製のAC-300を用いる。

## 【0218】

$^1\text{H}$ -NMR測定条件: 300MHz (テトラメチルシラン=0ppm)

$^{19}\text{F}$ -NMR測定条件: 300MHz (トリクロロフルオロメタン=0ppm)

の条件で室温にて測定する。

## 【0219】

IR分析: Perkin Elmer社製フーリエ変換赤外分光光度計1760Xで室温にて測定する。

## 【0220】

(2) フッ素含有率(質量%):

酸素フラスコ燃焼法により試料10mgを燃焼し、分解ガスを脱イオン水20mlに吸収させ、吸収液中のフッ素イオン濃度をフッ素選択電極法(フッ素イオンメータ。オリオン社製の901型)で測定することによって求めた値を採用する。

## 【0221】

(3) 数平均分子量:

ゲルパーミエーションクロマトグラフィ(GPC)により、東ソー(株)製のGPC HLC-8020を用い、Shodex社製のカラム(GPC KF-801を1本、GPC KF-802を1本、GPC KF-806Mを2本直列に接続)を使用し、溶媒としてテトラヒドロフラン(THF)を流速1ml/分で流して測定したデータより算出する。

## 【0222】

(4) 親水性基Yの含有率(モル数/重合体100g):

$^1\text{H}$ NMRと $^{19}\text{F}$ NMRとIRのデータから算出する。NMRはBRUKER社製のAC-300を用いる。

## 【0223】

$^1\text{H}$ -NMR測定条件: 300MHz (テトラメチルシラン=0ppm)

$^{19}\text{F}$ -NMR測定条件: 300MHz (トリクロロフルオロメタン=0ppm)

の条件で室温にて測定し、重合体中の各構造単位の存在比率より、重合体100g中に含まれる親水性基のモル数を算出する。

## 【実施例】

## 【0224】

つぎに本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

## 【0225】

合成例1(親水性基Yが-COOHである含フッ素重合体の合成)

攪拌装置および温度計を備えた100mlのガラス製四つ口フラスコに、パーフルオロ-(9,9-ジヒドロ-2,5-ビストリフルオロメチル-3,6-ジオキサ-8-ノネン酸:

## 【0226】

## 【化32】

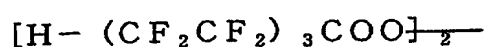


## 【0227】

を21.1gと

## 【0228】

## 【化33】



## 【0229】

の 8.0 重量% パーフフルオロヘキサン溶液を 21.6 g 入れ、充分に窒素置換を行ったのち、窒素雰囲気下 20℃ で 24 時間重合反応を行ったところ、高粘度の固体が生成した。

【0230】

得られた固体をアセトンに溶解させたものを n-ヘキサンに注ぎ、分離、真空乾燥させ、無色透明な重合体 17.6 g を得た。

【0231】

この重合体を  $^{19}\text{F}$ -NMR 分析、 $^1\text{H}$ -NMR 分析および IR 分析により分析したところ、上記含 COOH 基含有含フッ素アリルエーテルの構造単位のみからなる含フッ素重合体であった。また、数平均分子量は 22,000 であった。

【0232】

合成例 2 (親水性基 Y が COOH 基である含フッ素重合体の合成)

合成例 1 においてパーフルオロ (9, 9-ジハイドロ-2, 5-ビストリフルオロメチル-3, 6-ジオキサー-8-ノネン酸) に代えて、パーフルオロ (12, 12-ジハイドロ-2, 5, 8-トリストリフルオロメチル-3, 6, 9-トリオキサー-11-ドデセン酸) :

【0233】

【化 34】

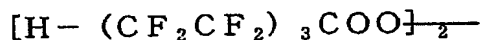


【0234】

の 23.5 g と

【0235】

【化 35】



【0236】

の 8.0 重量% パーフフルオロヘキサン溶液を 17.3 g 用いた以外は、合成例 1 と同様に、重合反応および重合体の単離を行い、無色透明な重合体 20.6 g を得た。

【0237】

$^{19}\text{F}$ -NMR、 $^1\text{H}$ -NMR 分析および IR 分析により分析したところ、上記 COOH 基含有含フッ素アリルエーテルの構造単位のみからなる含フッ素重合体であった。

【0238】

合成例 3 (親水性基 Y が COOH 基である含フッ素重合体の合成)

合成例 1 においてパーフルオロ (9, 9-ジハイドロ-2, 5-ビストリフルオロメチル-3, 6-ジオキサー-8-ノネン酸) に代えて、パーフルオロ (15, 15-ジハイドロ-2, 5, 8, 11-テトラキストリフルオロメチル-3, 6, 9, 12-テトラオキサー-14-ペンタデセン酸) :

【0239】

【化 36】

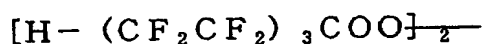


【0240】

の 22.6 g と

【0241】

【化 37】



【0242】

の 8.0 重量% パーフルオロヘキサン溶液を 12.9 g 用いた以外は、合成例 1 と同様に  
して、重合反応および重合体の単離を行い、無色透明な重合体 18.6 g を得た。

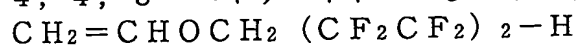
【0243】

$^{19}\text{F}$ -NMR、 $^1\text{H}$ -NMR 分析および IR 分析により分析したところ、上記  $\text{COOH}$   
基含有含フッ素アリルエーテルの構造単位のみからなる含フッ素重合体であった。

【0244】

合成例 4 (親水性基 Y が  $\text{COOH}$  基である含フッ素重合体の合成)

攪拌装置および温度計を備えた 100 ml のガラス製四つ口フラスコに、1, 1, 2,  
4, 4, 8-ヘキサヒドロ-3-オキサー-1-オクテン:

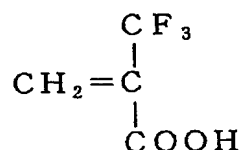


を 5.0 g と酢酸エチルを 50 g、アゾビスイソブチロニトリル (AIBN) を 0.03  
g 入れ、系内を窒素置換したのち、窒素気流下に 2-(トリフルオロメチル) アクリル酸

:

【0245】

【化 38】



【0246】

を 5 g 仕込み、60℃ にて攪拌させながら反応を行った。

【0247】

得られた反応溶液を取り出し、ついでヘキサン溶剤で再沈殿させることにより固形分を  
分離した。この固形分を恒量になるまで真空乾燥し、白色粉末状の共重合体 9.1 g を得  
た。

【0248】

この共重合体の組成比は、 $^1\text{H}$ -NMR および  $^{19}\text{F}$ -NMR により分析したところ、パ  
ーフルオロー (1, 1, 2, 4, 4, 8-ヘキサヒドロ-3-オキサー-1-オクテン)  
/ 2-(トリフルオロメチル) アクリル酸が 50/50 (モル%) であった。また数平均  
分子量は 87,000 であった。

【0249】

合成例 5 (親水性基 Y が  $\text{COOH}$  基である含フッ素重合体の合成)

合成例 4 において 2-(トリフルオロメチル) アクリル酸に代えて、無水マレイン酸 4  
.0 g を用いた以外は合成例 4 と同様にして、重合反応および重合体の単離を行い、白色  
粉末状の重合体 8.2 g を得た。

【0250】

この共重合体の組成比は、 $^1\text{H}$ -NMR、 $^{19}\text{F}$ -NMR 分析により、パーフルオロー (1,  
1, 1, 2, 4, 4, 8-ヘキサヒドロ-3-オキサー-1-オクテン) / 無水マレイン  
酸が 50/50 モル% であった。

【0251】

得られた重合体を 1N-NaOH 水溶液 100 ml に放ち、攪拌することにより均一に  
溶解した。その溶液に、35% 濃塩酸を加え、pH を 2 以下にした。酸性溶液をジクロロ  
メタンにより抽出し有機物を取り出した。有機層を乾燥後、ジクロロメタンを濃縮・留去  
したところ、白色固体状の共重合体 7.0 g を得た。

【0252】

この共重合体の組成比は、 $^1\text{H}$ -NMR、 $^{19}\text{F}$ -NMR 分析により、パーフルオロー (1,  
1, 1, 2, 4, 4, 8-ヘキサヒドロ-3-オキサー-1-オクテン) / マレイン酸が  
50/50 モル% であった。

【0253】

合成例 6 (親水性基 Y が OH 基である含フッ素重合体の合成)

合成例 1 においてパーフルオロ (9, 9-ジヒドロ-2, 5-ビストリフルオロメチル-3, 6-ジオキサー-8-ノネン酸) に代えて、(1, 1, 9, 9-テトラヒドロ-2, 5-ビストリフルオロメチル-3, 6-ジオキサー-8-ノネノール) :

【0254】

【化39】



【0255】

の 20.4 g を用いた以外は合成例 1 と同様にして、重合反応および重合体の単離を行い、無色透明な重合体 17.1 g を得た。

【0256】

$^{19}\text{F}$ -NMR、 $^1\text{H}$ -NMR 分析および IR 分析により分析したところ、上記 OH 基含有含フッ素アリルエーテルの構造単位のみからなる含フッ素重合体であった。

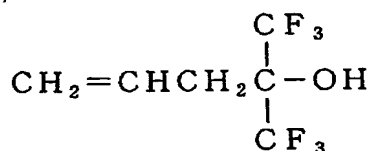
【0257】

合成例 7 (親水性基 Y が OH 基である含フッ素重合体の合成)

バルブ、圧力ゲージ、温度計を備えた 100 ml 内容量のステンレススチール製オートクレーブに、1, 1-ビストリフルオロメチル-3-ブテン-1-オール :

【0258】

【化40】



【0259】

を 5.2 g と  $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$  (HCFC-141b) を 30 ml、*n*-ヘプタフルオロブチルパーオキサイド (HBP) の 10 モル% パーフルオロヘキサン溶液を 10 g 入れ、ドライアイス/メタノール溶液で冷却しながら系内を窒素ガスで充分置換した。ついでバルブからテトラフルオロエチレン (TFE) を 10 g 仕込み、30℃にて振とうさせながら反応を行った。反応中は、系内のゲージ圧に変化はなく (反応前 9.0 MPaG)、20 時間後も 9.0 MPaG であった。

【0260】

反応開始 20 時間後に未反応モノマーを放出し、析出した固形物を取り出し、アセトンに溶解させ、ついでヘキサン溶剤で再沈殿させることにより固形分を分離精製した。この固形分を恒量になるまで真空乾燥し、共重合体 3.0 g を得た。

【0261】

この共重合体の組成比は、 $^1\text{H}$ -NMR および  $^{19}\text{F}$ -NMR により分析したところ、1, 1-ビストリフルオロメチル-3-ブテン-1-オール/テトラフルオロエチレンが 50/50 (モル%) であった。数平均分子量は 4,900 であった。

【0262】

実験例 1 (含フッ素重合体の溶剤溶解性の確認)

合成例 1~7 でそれぞれ得た親水性基を有する含フッ素重合体を用いて、水およびアルコール類との溶解性を確認した。

【0263】

表 1 に示す各溶剤に重合体濃度が 5 質量% となるように混合し、攪拌を行ないながら室温で 24 時間放置し、溶液の外観を観測した。評価は、つぎの基準で行った。結果を表 1 に示す。

○: 完全に溶解し、透明で均一な溶液となった。

×:一部または全く不溶で、不透明な溶液であった。

【0264】

【表1】

表 1

	水	メタノール	エタノール	イソプロパノール
合成例1	○	○	○	○
合成例2	○	○	○	○
合成例3	×	×	×	×
合成例4	○	○	○	○
合成例5	○	○	○	○
合成例6	×	○	○	○
合成例7	×	○	○	○

【0265】

実験例2 (親水性基含有単量体のpKaの測定)

合成例1~7でそれぞれ用いた親水性基含有単量体 (ただし、合成例5に関しては、無水マレイン酸の代わりにマレイン酸について測定した) について、以下の方法で親水性基のpKaを測定算出した。

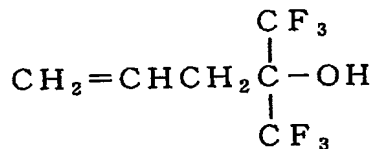
【0266】

(pKaの測定算出方法)

1, 1-ビストリフルオロメチル-3-ブテン-1-オール (合成例7で使用)

【0267】

【化41】



【0268】

を例にして測定算出法を記載する。

【0269】

水/アセトン=10/15ml溶液に $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ を0.7865g入れ、室温下攪拌した。均一溶液であることを確認した後、0.2mol/LのNaOH溶液で滴定を行った。滴定曲線は、0.15mlずつNaOH溶液を滴下し、そのときのpHを記録して得た。滴定曲線の変曲点 (滴定曲線の微分値 $=d\text{pH}/d\text{ml}$ の最大値) から等量点を決定した。この場合、等量点は14.5mlであった。この半分の値7.25mlでのpHを滴定曲線から読み取ると、10.58であった。あらかじめブランクで測定した水/アセトン溶液と水溶液の滴定曲線から、7.25ml滴下時の液間電位差に由来するpH差は1.29であった。よって、 $10.98 - 1.29 = 9.69$ から、この $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ のpKaを9.69と決定した。

【0270】

同様の操作で、1.0865gの $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ を滴定した場合、等量点は20.15ml、1/2等量点は10.08mlとなり、1/2等量点でのpHは10.78となった。10.08mlでの両溶液間のpH差は1.14となり、 $10.78 - 1.14 = 9.64$ から、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ のpKaを9.64と決定した。

【0271】

【0271】  
 滴定溶液を約0.05mol／NaOH溶液に代えて同様の操作を行ったとき、0.115gの $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ の等量点は8.00mlとなり、1／2等量点は4.00ml、このときのpHは10.92となった。4.00mlでの両溶液間のpH差は1.38となり、 $10.92-1.38=9.54$ から、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ のpKaを9.54と決定した。

【0 2 7 2】

この3回の実験から、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{C}(\text{CF}_3)_2\text{OH}$ の $\text{pK}_a$ を9.6とした。

【 0 2 7 3 】

表1に示す各種OH基含有含フッ素エチレン性単量体について上記と同様な方法で $pK_a$ を測定した。結果を表2に示す。

【0274】

## 【表 2】

表 2

	親水性基含有単量体	pKa
合成例 1	$\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{CF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{COOH}$	3.6
合成例 2	$\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}(\text{CFCF}_2\text{O})_2\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{COOH}$	3.8
合成例 3	$\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}(\text{CFCF}_2\text{O})_3\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{COOH}$	4.0
合成例 4	$\text{CH}_2=\underset{\text{COOH}}{\underset{ }{\text{C}}}(\text{CF}_3)$	3.9
合成例 5	マレイン酸	1.4
合成例 6	$\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{CF}_2\text{O}\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{CF}}}\text{CH}_2\text{OH}$	12.6
合成例 7	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\underset{\text{CF}_3}{\underset{ }{\text{C}}}\text{OH}$	9.6

【0 2 7 5】

### 実験例 3 (フッ素含有率および親水性基含有率の測定)

合成例 1～7 で得た親水性基を有する含フッ素重合体について、フッ素含有率（質量%）、親水性基含有率（モル数/重合体 100 g）を測定した。結果を表 3 に示す。

【0276】

【表 3】

表 3

	フッ素含有率 (質量%)	官能基含有率 (モル数/重合体 100 g)
合成例 1	58.5	0.237
合成例 2	61.4	0.170
合成例 3	64.2	0.135
合成例 4	52.5	0.251
合成例 5	42.4	0.532
合成例 6	60.5	0.245
合成例 7	61.6	0.324

## 【0277】

実験例 4 (コーティング組成物の調製)

合成例 1、2、4 および 5 でそれぞれ得た含フッ素重合体 10 g をメタノール 10 ml に溶解した。得られた含フッ素重合体のメタノール溶液全量を、室温で攪拌しながら純水 150 ml に約 10 分間かけて滴下した。さらに純水を追加し、組成物の全体量を 200 ml に調整したのち、孔径 0.2  $\mu$ m サイズのフィルターで濾過することで均一なコーティング組成物を得た。

## 【0278】

実験例 5 (コーティング組成物の調製)

合成例 6 および 7 でそれぞれ得た含フッ素重合体 10 g をメタノール 200 ml に溶解した後、孔径 0.2  $\mu$ m サイズのフィルターで濾過することで均一なコーティング組成物を得た。

## 【0279】

実験例 6 (コーティング組成物の調製)

合成例 3 で得た含フッ素重合体 10 g をアセトン 200 ml に溶解した後、孔径 0.2  $\mu$ m サイズのフィルターで濾過することで均一なコーティング組成物を得た。

## 【0280】

実験例 7 (コーティング組成物の調製)

合成例 1 で得た含フッ素重合体 21.1 g をメタノール 20 ml に溶解し、これにさらにエタノールアミン 0.6 g を混合した。ついで、得られた含フッ素重合体のメタノール溶液全量を室温で攪拌を行いながら、純水 350 ml に約 10 分かけて滴下した。さらに純水を追加し、組成物の全体量を 420 ml に調整したのち、孔径 0.2  $\mu$ m サイズのフィルターで濾過することで均一なコーティング組成物を得た。

## 【0281】

実験例 8 (コーティング組成物の調製)

実験例 7 において、エタノールアミン量を 1.5 g にした以外は実験例 7 と同様にして含フッ素重合体のコーティング組成物を得た。

## 【0282】

実験例 9 (コーティング組成物の調製)

実験例 7 において、エタノールアミン量を 3.0 g にした以外は実験例 7 と同様にして含フッ素重合体のコーティング組成物を得た。

## 【0283】

実験例 10 (被膜の屈折率の測定)

8 インチのシリコンウエハ基板に、実験例 4～9 で調製したコーティング組成物のそれぞれを、スピンコーターを用いて、はじめに 300 rpm で 3 秒間、ついで 4000 rpm

mで20秒間ウェハーを回転させながら塗布し、乾燥後約100nmの膜厚になるように調整しながら被膜を形成した。

#### 【0284】

上記の方法でシリコンウエハ基板上に形成したそれぞれの被膜について、屈折率を測定した。結果を表4に示す。

#### 【0285】

(屈折率の測定)

分光エリプソメーター (J.A.Woollam 社製のVASE ellipsometer) を用いて193nm波長光における屈折率および膜厚を測定する。

#### 【0286】

実験例11 (被膜の現像液溶解速度の測定)

つぎの水晶振動子法 (QCM法) により現像液溶解速度 (nm/sec) を測定した。結果を表4に示す。

#### 【0287】

試料の作製:

金で被覆された直径24mmの水晶振動子板に実験例4~9で調製したコーティング組成物のそれぞれを塗布し乾燥後、約100nmの被膜を作製した。

#### 【0288】

現像液溶解速度の測定:

膜厚は水晶振動子板の振動数から換算して算出し測定する。

#### 【0289】

上記で作製した含フッ素重合体を塗布した水晶振動子板を標準現像液である2.38重量%濃度のテトラメチルアンモニウムヒドロキサイド (TMAH) 水溶液に浸し、浸漬させた時点から時間に対する被膜の膜厚変化を振動数の変化により測定し、単位時間あたりの溶解速度 (nm/sec) を算出した (参考文献: Advances in Resist Technology and Proceedings of SPIE Vol. 4690, 904(2002))。

#### 【0290】

実施例1 (レジスト積層体の形成)

フォトレジスト層 (L1) の形成:

ArFリソグラフィー用フォトレジストTArF-P6071 (東京応化工業 (株)) を、スピンコーターにて、8インチのシリコン基板上に回転数を変えながら200~300nmの膜厚に調整しながら塗布した後、130℃で60秒間プリバークしてフォトレジスト層 (L1) を形成した。

#### 【0291】

反射防止層 (L2) の形成:

上記で形成したフォトレジスト層 (L1) 上に、実験例4、5および7~9でそれぞれ調製した親水性基含有含フッ素重合体を含むコーティング組成物を、スピンコーターで、はじめに300rpmで3秒間、ついで4000rpmで20秒間ウェハーを回転させ膜厚約100nmに調整しながら反射防止層 (L2) を形成し、フォトレジスト積層体を形成した。

#### 【0292】

得られたフォトレジスト積層体について193nmにおける反射率を測定した。結果を表4に示す。

#### 【0293】

(反射率の測定)

分光エリプソメーター (J.A.Woollam 社製のVASE ellipsometer) を用いて193nm波長光における反射率を測定する。

#### 【0294】

また、実験例11で現像液溶解性が確認できた含フッ素重合体について、上記同様にして反射防止層 (L2) を形成したフォトレジスト積層体について、テトラメチルアンモニ



ウムハイドロオキサイド 2.38 重量%の現像液で温度 23℃、時間 60 秒間で静止パドル現像を行った後純水リンスを行った。いずれのコーティング組成物を使用した場合にも反射防止層 (L2) が選択的に除去されたことが確認できた。

【0295】

【表 4】

表 4

コーティング組成物	実験例4					実験例5		実験例6	実験例7	実験例8	実験例9
	合成例1	合成例2	合成例4	合成例5	合成例6	合成例7	合成例3	合成例1	合成例1	合成例1	合成例1
(A) 含フッ素重合体	58.5	61.4	52.5	42.4	60.5	61.6	64.2	58.5	58.5	58.5	58.5
フッ素含有率 (質量%)	COOH	COOH	COOH	COOH	OH	OH	COOH	COOH	COOH	COOH	COOH
親水性基の種類	3.6	3.8	3.9	1.4	12.6	9.6	4.0	3.6	3.6	3.6	3.6
親水性基のpKa	0.237	0.170	0.251	0.279	0.245	0.324	0.135	0.237	0.237	0.237	0.237
親水性基含有率 (モル/重合体100g)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ポリマー濃度 (g/100ml)											
(B) 溶剤 (容量%)	95	95	95	95				95	95	95	95
水	5	5	5	5	100	100	100	5	5	5	5
メタノール											
アセトン											
(C) 有機アミン (当量/親水性基)											
エタノールアミン									0.2	0.5	1.0
被膜の特性											
屈折率 ( $\lambda=193\text{nm}$ )	1.41	1.39	1.45	1.51	1.40	1.43	1.38	1.42	1.41	1.43	1.43
現像液溶解速度 (nm/sec)	150	100	1000	1000	不溶	300	不溶	300	200	500	500
レジスト積層体の特性											
反射率 (%)	1.17	0.9	1.84	3.07	1.02	1.49	—	1.33	1.17	1.33	1.49

【図面の簡単な説明】

【0296】

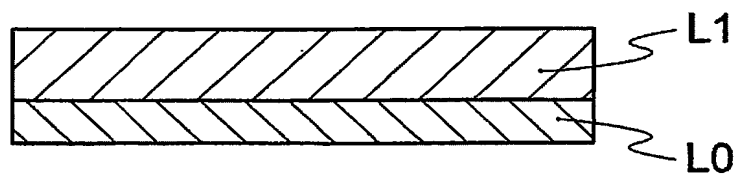
【図 1】 本発明のフォトリソ積層体の形成方法を説明するための工程図である。  
【符号の説明】

【0297】

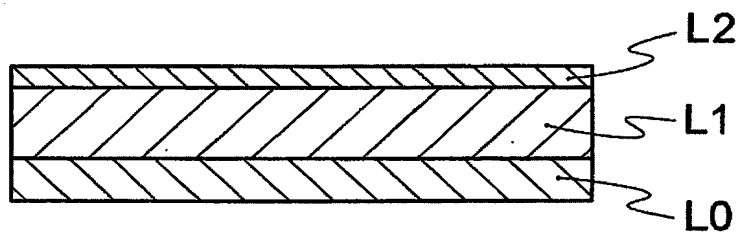
- 11 フォトマスク
- 12 露光領域
- 13 エネルギー線
- 14 潜像
- 15 レジストパターン
- L0 基板
- L1 フォトリソ層
- L2 反射防止層

【書類名】 図面  
【図 1】

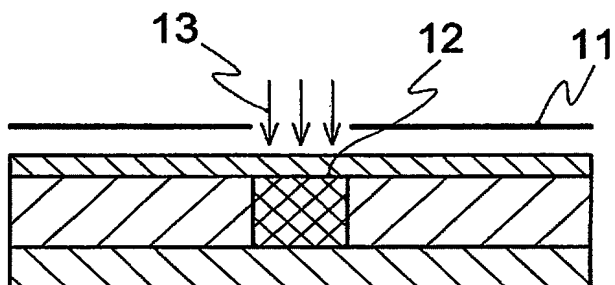
(a)



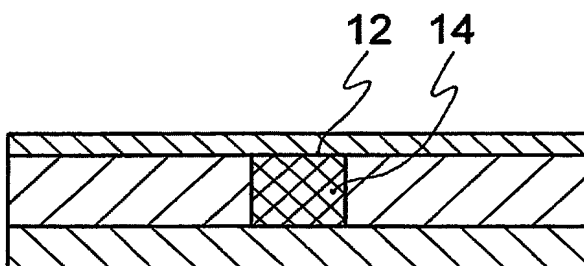
(b)



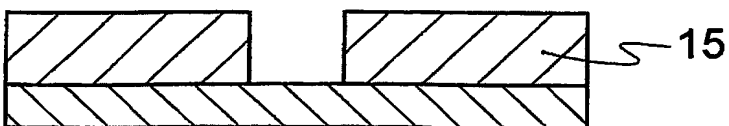
(c)



(d)



(e)



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】真空紫外領域の光線を利用するフォトリソグラフィープロセスにおいて十分な反射防止効果を有し、かつ現像プロセスにおいても十分な現像特性を有するレジスト積層体を形成する。

【解決手段】(I)基板上にフォトレジスト層(L1)を形成する工程、および(II)フォトレジスト層(L1)上に、親水性基Yを有する含フッ素重合体(A)を含むコーティング組成物を塗布することにより反射防止層(L2)を形成する工程を含むフォトレジスト積層体の形成方法であって、含フッ素重合体(A)が親水性基Yを含有する含フッ素エチレン性単量体由来の構造単位を有し、さらに該含フッ素重合体(A)が、(i)親水性基YがpKaで11以下の酸性OH基を含むこと、(ii)フッ素含有率が50質量%以上であること、および(iii)含フッ素重合体(A)100g中の親水性基Yのモル数が0.14以上であることを特徴とする。

## 【選択図】図1

特願 2 0 0 3 - 3 8 9 8 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 8 5 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区中崎西 2 丁目 4 番 1 2 号 梅田センタービル

氏 名

ダイキン工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**